

**PENGEMBANGAN APLIKASI E-LEARNING BERBASIS
MOODLE UNTUK PEMBELAJARAN MATA KULIAH
LOGIKA FUZZY DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN
TEKNIK ELEKTRO**



ZAERI KHOIRUDDIN

5235111821

**Skripsi Ini Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana**

**PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2015

LEMBAR PENGESAHAN

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

TANGGAL

Mochammad Djaohar, ST., M.Sc
(Dosen Pembimbing I)




21/12/2015

Dr. Yuliatris Sastrawijaya, M.Pd
(Dosen Pembimbing II)



21/12-2015

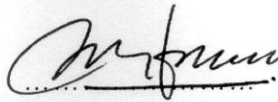
PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN


TANGGAL

Prof. Dr. Ir. Ivan Hanafi, M.Pd
(Ketua)



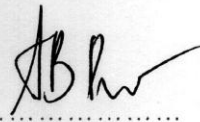
21/12/2015

Drs. Mufti Ma'sum, M.Pd
(Sekretaris)



16/12/2015

Bambang Prasetya Adhi, M.Kom
(Dosen Ahli)



16/12/2015

Tanggal Lulus : 03/12/2015

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya yang berjudul Pengembangan Aplikasi *E-learning* Berbasis *Moodle* untuk Pembelajaran Mata Kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis yang berjudul Pengembangan Aplikasi *E-learning* Berbasis *Moodle* untuk Pembelajaran Mata Kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 21 Desember 2015

Yang membuat pernyataan


Zaeri Khoiruddin

5235111821

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan penelitian skripsi dengan judul “Pengembangan Aplikasi E-learning Berbasis Moodle Untuk Pembelajaran Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro” dan tidak lupa shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang membawa umatnya menuju jalan yang lurus.

Penelitian ini merupakan wujud dari penyempurnaan Tri Dharma Perguruan Tinggi dan merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penelitian ini dilaksanakan dari Mei sampai Oktober 2015 bertempat di Unit Pelayanan Terpadu Pusat Teknologi Informasi dan Komputer Universitas Negeri Jakarta.

Skripsi ini tidaklah dapat terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Yuliatri Sastra Wijaya, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, sekaligus dosen pembimbing.
2. Muchammad Ficky Duskarnaen, M.Sc., selaku Kepala UPT Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Negeri Jakarta.
3. Mochammad Djaohar, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran selalu membimbing dan memberi semangat kepada saya.
4. Hamidillah Ajie, M.T. dan Med Irzal, S.Kom., selaku ahli media yang menilai kelayakan produk.
5. Muhammad Eka Suryana, M.Kom., selaku ahli materi yang menilai kelayakan produk.
6. Kedua Orang Tua (Zakaria S.Sos. dan Yul Ernis, M.H.) dan kakak (Achmad Fahri, S.E.) yang sangat saya sayangi, yang selalu memberikan doa restu, semangat, bimbingan, dan juga bantuan baik materil maupun non-materil.
7. Elysia Angelina Santoso, yang selalu mendoakan, mengingatkan, menemani, dan memberikan semangat kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Abdul Hafiz Adnin, Affni Syaviera Nova, Dwi Ramadhian, Eko Yandri, Hary Dhimas Prakoso, I Made Upadana, dan Nur Muhammad Septia Putra yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian skripsi.
9. Pengurus Purna Paskibraka Indonesia Kota Administrasi Jakarta Timur terutama angkatan 2010 yang tidak ada hentinya memberikan semangat, motivasi dan masukan-masukan positif kepada saya.

10. Rilla Noviarini, S.Kom., kakak sepupu saya yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

11. Para Staff dan Karyawan UPT Pustikom UNJ.

Dan tidak lupa kepada teman-teman Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer 2011 dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Saya sebagai penulis merasa masih memiliki kekurangan dalam laporan penelitian ini, saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dengan harapan akan lebih baik lagi di masa yang akan datang. Semoga apa yang telah saya buat dapat bermanfaat untuk masyarakat.

Peneliti,

Zaeri Khoiruddin

NIM. 5235111821

ABSTRAK

ZAERI KHOIRUDDIN. Pengembangan Aplikasi *e-learning* berbasis Moodle untuk Pembelajaran Mata Kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Pembimbing MOCHAMMAD DJAOHAR dan YULIATRI SASTRAWIJAYA.

Penelitian dilakukan dengan tujuan mengembangkan *e-learning* berbasis Moodle berupa website untuk pembelajaran mata kuliah Logika Fuzzy di program studi Pendidikan Teknik Elektro. Sistem *e-learning* ini dikembangkan tidak hanya untuk program studi Pendidikan Teknik Elektro, tetapi diharapkan bisa digunakan pada jurusan Teknik Elektro terutama di semua mata kuliah program studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer sehingga membantu kegiatan perkuliahan. Pengembangan sistem *e-learning* ini diuji coba pada mata kuliah Logika Fuzzy.

Penelitian ini menggunakan desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE. Subyek penelitian yaitu dosen Logika Fuzzy dan mahasiswa yang telah mengikuti dan lulus perkuliahan Logika Fuzzy ditentukan secara *purposive* atau *judgemental sampling*. Data yang diambil adalah kelayakan dari segi materi dan media melalui angket, dan tanggapan mahasiswa melalui angket.

Tanggapan ahli menunjukkan *e-learning* berbasis Moodle sangat baik dari segi media dan baik dari segi materi. Hasil angket tanggapan mahasiswa pada uji coba skala kecil menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap kegiatan pembelajaran menggunakan media *e-learning* berbasis Moodle. Produk final *e-learning* berbasis Moodle berisi modul, ppt, kelas virtual, forum diskusi, video dan ujian online. Berbagai konten dan fasilitas yang dimiliki *e-learning* yang dikembangkan membuat pembelajaran pada Logika Fuzzy menjadi lebih menarik. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa *e-learning* berbasis Moodle sesuai dan layak diterapkan pada mata kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.

Kata kunci: *e-learning* berbasis Moodle, Logika Fuzzy.

ABSTRACT

ZAERI KHOIRUDDIN. Moodle based e-learning application development for Fuzzy Logic Course in Electrical Engineering Study Program. Adviser MOCHAMMAD DJAOHAR and YULIATRI SASTRAWIJAYA

Research was done with purpose to develop Moodle based e-learning which is a website to learn Fuzzy Logic Course in Electrical Engineering Study Program. This e-learning system is developed not only for Electrical Engineering Study Program but also Electrical Engineering Major especially in all courses in Information Engineering and Computer so that could help lecturing process. This e-learning development was tested on Fuzzy Logic Course.

This research is using Research and Development with ADDIE model. Research subject are Fuzzy Logic Mentors and Students that have joined and finished Fuzzy Logic course determined purposively or by judgmental sampling. Data used is feasibility in terms of material and media through a questionnaire, and student feedback through questionnaires.

Expert feedback has shown that Moodle based e-learning is excellent in terms of the media and material. Questionnaire results of the students in small scale trials showed that the majority of the students gave positive responses to learning activities using the media Moodle -based e –learning, Moodle based e-learning final product contains modules, power point presentations, virtual classes, discussion forums, videos and online examinations. Various contents and facilities e-learning has and developed has made Fuzzy Logic study become more interesting. Based on the analysis and discussion, it can be concluded that the Moodle -based e -learning is appropriate and feasible to be implemented in Fuzzy Logic Course in Electrical Engineering Study Program.

Keywords: Moodle -based e –learning, Fuzzy Logic.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS..	7
2.1 Kerangka Teoritik	7
2.1.1 Mata Kuliah Logika Fuzzy	7
2.1.1.1 Pengertian Logika Fuzzy	7
2.1.1.2 Penerapan Logika Fuzzy	8
2.1.2 <i>E-learning</i>	11
2.1.3 Implementasi <i>E-learning</i>	13
2.1.4 Aspek Penilaian Media Pembelajaran	15
2.1.5 Kelebihan dan Kekurangan <i>E-learning</i>	16
2.1.5.1 Kelebihan <i>E-learning</i>	16
2.1.5.2 Kekurangan <i>E-learning</i>	17
2.1.6 <i>Learning Management System</i> (LMS)	18
2.1.6.1 Pengertian LMS	18
2.1.6.2 Jenis-jenis LMS	19

2.1.7 <i>Moodle</i>	20
2.1.7.1 Pengertian <i>Moodle</i>	20
2.1.7.2 Manajemen <i>Moodle</i>	22
2.1.7.3 Modul	26
2.1.7.4 Keunggulan <i>Moodle</i>	30
2.2 Kerangka Berpikir	31
2.3 Hipotesis Penelitian.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2 Subyek dan Obyek Penelitian	34
3.2.1 Populasi	34
3.2.2 Sampel.....	34
3.3 Metode Penelitian.....	35
3.3.1 <i>Analysis</i> (Analisis).....	36
3.3.2 <i>Design</i> (Desain).....	36
3.3.3 <i>Development</i> (Pengembangan).....	36
3.3.4 <i>Implementation</i> (Implementasi)	36
3.3.5 <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	36
3.4 Rancangan Penelitian	37
3.4.1 Analisis	37
3.4.2 Desain.....	37
3.4.3 Pengembangan	37
3.4.4 Implementasi	38
3.4.5 Evaluasi	38
3.5 Prosedur Penelitian.....	38
3.5.1 Desain Produk	38
3.5.2 Menyusun Materi Ajar	38
3.5.3 Validasi Desain	39
3.5.4 Revisi Desain	39
3.5.5 Uji Coba Skala Kecil.....	39
3.5.6 Revisi Produk	40
3.6 Instrumen Penelitian.....	40

3.6.1 Uji Coba Instrumen	40
3.6.2 Sumber Data	41
3.6 Metode Pengambilan Data	42
3.7 Teknik Analisis Data	42
BAB IV HASIL PENELITIAN	44
4.1 Hasil Penelitian	44
4.1.1 Hasil Pengembangan <i>e-learning</i> berbasis <i>Moodle</i>	44
4.1.1.1 Hasil Analisis	44
4.1.1.2 Hasil Desain Produk	45
4.1.1.3 Hasil Validasi Produk	62
4.1.1.4 Hasil Revisi Desain	65
4.1.1.5 Hasil Uji Coba Skala Kecil	68
4.1.1.6 Produk Final <i>e-learning</i>	75
4.2 Pembahasan	76
4.2.1 Hasil Pengembangan <i>e-learning</i> berbasis <i>Moodle</i> untuk Pembelajaran Mata Kuliah Logika Fuzzy	77
4.2.2 Data Tanggapan Mahasiswa	79
4.2.3 Data Tanggapan Dosen	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	84

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Studi Perbandingan LMS	Lampiran 3
3.1 Range Proentase dan Kriteria Kualitatif	43
4.1 Daftar Kehadiran Dari Kelas Virtual	72
4.2 Daftar Gambar Produk Final Tampilan <i>E-learning</i> Beserta Uraian	76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses Memasuki Kelas Virtual.....	28
2.2 Tampilan Kelas Virtual.....	29
2.3 <i>Real Time Quiz</i>	30
2.4 Kerangka Berpikir.....	32
3.1 Model ADDIE.....	35
4.1 Tampilan <i>home</i> sebagai tampilan awal <i>website e-learning</i>	46
4.2 Tampilan <i>profile</i> pengguna <i>e-learning</i> bagi yang sudah mendaftar dan mendapat <i>id</i> sebagai <i>user</i>	47
4.3 Tampilan <i>course</i> kelas Logika Fuzzy setelah <i>login</i>	47
4.4 Uji Coba Pendaftaran Akun Baru	48
4.5 Uji Coba Mengunggah <i>File</i> (1).....	49
4.6 Uji Coba Mengunggah <i>File</i> (2).....	49
4.7 Uji Coba Mengunduh <i>File</i>	50
4.8 Uji Coba <i>Link Video</i> (1)	50
4.9 Uji Coba <i>Link Video</i> (2)	51
4.10 Uji Coba Kelas Virtual(1)	51
4.11 Uji Coba Kelas Virtual(2)	52
4.12 Uji Coba Kelas Virtual(3)	52
4.13 Uji Coba Kelas Virtual(4)	53
4.14 Uji Coba Kelas Virtual(5)	53
4.15 Uji Coba Forum Diskusi(1).....	54
4.16 Uji Coba Forum Diskusi(2).....	54
4.17 Uji Coba Forum Diskusi(3).....	55
4.18 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (1).....	55
4.19 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (2).....	56
4.20 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (3).....	56
4.21 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (4).....	57
4.22 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (5).....	57
4.23 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (6).....	58
4.24 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (7).....	58
4.25 Uji Coba Modul <i>Real Time Quiz</i> (8).....	58
4.26 Materi Pembelajaran Dalam Format .ppt.....	60
4.27 Materi Pembelajaran Dalam Media Video.....	60
4.28 Tampilan Kelas Virtual.....	61
4.29 Tampilan Forum Diskusi.....	61
4.30 Tampilan <i>Assignment</i>	62
4.31 Tampilan <i>Real Time Quiz</i>	62

4.32 Tampilan Menu <i>Home</i> Setelah <i>Login</i>	65
4.33 Merubah Kombinasi Warna Pada <i>E-Learning</i>	66
4.34 Tampilan <i>Power Point</i>	66
4.35 Penambahan Lambang Dan Simbol Matematika Di Materi Tertentu.....	67
4.36 Penambahan Table Di Materi Tertentu	67
4.37 Penambahan Gambar Tutorial Di Materi Kesembilan.....	68
4.38 Pendaftaran Akun BARu	69
4.39 Tampilan Halaman Awal Setelah <i>Login</i>	69
4.40 Pendaftaran Mata Kuliah.....	69
4.41 Tampilan Halaman Mata Kuliah Logika Fuzzy	70
4.42 Mengikuti Kelas Virtual Pada Pertemuan 1	70
4.43 Proses Memasuki Kelas Virtual	70
4.44 Tampilan Di Dalam Kelas Virtual	71
4.45 Penggunaan <i>Power Point</i> Di Dalam Kelas Virtual	71
4.46 Penggunaan Media Video Di Dalam Kelas Virtual	71
4.47 Tampilan Kelas Virtual Telah Usai.....	71
4.48 Tampilan Proses Mengikuti Forum Diskusi	72
4.49 Mengunggah <i>File</i> Tugas	75
4.50 Tampilan Rekap Pengumpulan Tugas	75
4.51 Proses Mengikuti Ujian <i>Online</i> (1)	75
4.52 Proses Mengikuti Ujian <i>Online</i> (2)	74
4.53 Ujian <i>Online</i> Selesai.....	74
4.54 Tampilan Rekap Hasil Ujian Persoal	74
4.55 Tampilan Rekap Keseluruhan Hasil Ujian.....	75
4.56 Tampilan <i>Home</i> Sebagai Tampilan Awal <i>Website E-Learning</i>	Lampiran 13
4.57 Tampilan <i>Profile</i> Pengguna <i>E-Learning</i> Bagi Yang Sudah Mendaftar Dan Mendapat <i>Id</i> Sebagai <i>User</i>	Lampiran 13
4.58 Tampilan <i>Home</i> Kelas Logika Setelah <i>Login</i>	Lampiran 13
4.59 Berisikan Format Materi Pembelajaran Dalam Format .Ppt	Lampiran 13
4.60 Berisikan Format Materi Pembelajaran Dalam Media Video.....	Lampiran 13
4.61 Berisikan Fasilitas <i>Assignments</i> Kegiatan Yang Mendukung Pembelajaran	Lampiran 13
4.62 Berisikan Fasilitas <i>Forum</i> Kegiatan Yang Mendukung Pembelajaran	Lampiran 13
4.63 Berisikan Fasilitas <i>Virtual Class</i> <i>Wiz Iq</i> Kegiatan Yang Mendukung Pembelajaran.....	Lampiran 13
4.64 Berisikan Fasilitas Kegiatan <i>Real Time Quiz</i> Yang Mendukung Pembelajaran	Lampiran 13

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Profil Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.....	85
Lampiran 2 Profil Pustikom.....	87
Lampiran 3 Studi Perbandingan LMS.....	88
Lampiran 4 Silabus Mata Kuliah Logika Fuzzy	91
Lampiran 5 Materi Logika Fuzzy	93
Lampiran 6 Desain Perancangan Rule Pengguna	199
Lampiran 7 Kisi-kisi Instrumen	200
Lampiran 8 Instrumen Ahli Media dan Rubrik.....	202
Lampiran 9 Instrumen Ahli Materi dan Rubrik	215
Lampiran 10 Instrumen Pengguna dan Rubrik	226
Lampiran 11 Tabel Hasil Kuisisioner	239
Lampiran 12 Hasil Uji Coba Skala Kecil.....	244
Lampiran 13 Daftar Gambar Final <i>E-learning</i>	249
Lampiran 14 Hasil <i>Quality Control</i>	252
Lampiran 15 Daftar Riwayat Hidup.....	264

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di zaman globalisasi saat ini pelaksanaan pembelajaran perlu didukung dengan media pembelajaran yang berbasis teknologi. Media berbasis teknologi dapat membuat siswa maupun mahasiswa beradaptasi dengan arus perkembangan di bidang *information and technology* (IT). Siswa ataupun mahasiswa yang terbiasa menggunakan media berbasis IT secara tidak langsung sedang mengembangkan kemampuannya di bidang tersebut dan dapat mengembangkan kualitas sumber daya manusia (SDM) yang dimiliki. Salah satu media pembelajaran berbasis teknologi yang dapat dijadikan sebagai penunjang media yang sudah ada adalah dalam bentuk *e-learning*. Terdapat berbagai jenis *e-learning* misalnya, *Moodle*, *Blackboard*, *Sakai*, *dotLRN*, *Dokeos*, dan *Claroline*.

Moodle adalah program aplikasi yang dapat mengubah sebuah media pembelajaran kedalam bentuk *web*. Produk *e-learning* berbasis *Moodle* memungkinkan siswa atau mahasiswa untuk masuk kedalam ruang kelas digital untuk mengakses materi-materi pembelajaran. Kelebihan dari *Moodle* antara lain dapat membuat materi pembelajaran, kuis, forum diskusi atau *chatting* secara online, memasukan media gambar atau video atau flash, dan memiliki *database* yang mampu menyimpan data kehadiran siswa yang online, semua dalam suatu kemasan *e-learning*.

Pada fakultas teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro di Universitas Negeri Jakarta (UNJ) sampai saat ini belum mempunyai format *e-learning* berbasis *Moodle* baik sistem teknologi informasinya maupun secara format pembelajarannya. Dilihat dari masalah yang ada pada Jurusan Teknik Elektro adalah terhambatnya proses pembelajaran atau perkuliahan pada beberapa matakuliah, disebabkan oleh dosen yang tidak hadir. Ketidakhadiran dosen bisa disebabkan karena sakit, sedang ada rapat atau keperluan pergi tugas untuk dinas ke tempat lain atau pergi ke luar kota atau luar negeri dan minimnya ruang kelas yang tersedia sehingga sering kali terjadi tidak ada ruang kelas yang dapat digunakan untuk perkuliahan bila ingin membuat kelas pengganti.

Akibat dari terhambatnya proses perkuliahan yang pernah dialami oleh peneliti dan beberapa mahasiswa adalah, yang pertama jadwal perkuliahan menjadi mundur dan jadwal ujian juga mundur, yang kedua memasukan nilai mahasiswa ke sistem Siakad Universitas Negeri Jakarta oleh dosen menjadi tertunda yang berakibat nilai mahasiswa sementara menjadi jelek dan indeks prestasi mahasiswa menjadi turun. Bagi mahasiswa yang sedang menjalani Program Bidik Misi atau Beasiswa hal seperti demikian sangat merugikan.

Jurusan Teknik Elektro memiliki 3 Program Studi untuk S1 (Pendidikan Teknik Elektro, Pendidikan Teknik Elektronika, Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer) dan 1 program studi untuk D3 (Teknik Elektronika). Ada beberapa mata kuliah atau materi yang dipelajari pada semua program studi, seperti contohnya materi Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*)¹.

¹ Univeritas Negeri Jakarta. *Pedoman Akademik 2011/2012 Universitas Negeri Jakarta*. (Jakarta : Universitas Negeri Jakarta, 2011), hlm. 289.

Menurut Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965, Logika Fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar atau salah. Logika Fuzzy digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat dan sangat cepat dan Logika Fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana nilai itu salah. Kelebihan dari teori Logika Fuzzy adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Logika Fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro².

Dalam kegiatan pembelajaran Logika Fuzzy juga menggunakan suatu aplikasi di komputer. Telah tersedia sebuah aplikasi MATLAB yang membantu untuk menggunakan perhitungan-perhitungan pada Logika Fuzzy. Dalam perkuliahan mahasiswa sering mengalami kendala dalam menggunakan MATLAB yang ada, dikarenakan ketidaktahuan mahasiswa dalam menggunakannya. Dibutuhkan suatu tutorial dalam bentuk video ataupun tutorial langsung yang dapat membantu mahasiswa memahami bagaimana cara menggunakan MATLAB untuk perhitungan pada Logika Fuzzy. Karena dalam implementasinya Logika Fuzzy sangat banyak digunakan pada dunia pemrograman, karena hampir setiap bahasa pemrograman menggunakan logika dalam pemecahan permasalahan dan setiap *decision*. Oleh karena itu dalam mempelajari Logika Fuzzy dibutuhkan banyak praktek dan media untuk

² Kusumadewi. Sri, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2002), hlm. 8.

membantu menguasai perhitungan Logika Fuzzy dan aplikasi MATLAB yang ada.

Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Logika Fuzzy adalah salah satu mata kuliah pada konsentrasi Otomasi Industri. Yang di dalamnya mempelajari tentang mengoperasikan sistem kendali berbasis elektromekanik, mengoperasikan sistem kendali elektronik, memahami konsep *Fuzzy Logic* dan aplikasinya, dan memahami sistem kerja pengendali berbasis *Fuzzy Logic*.

Untuk Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Logika Fuzzy masuk dalam salah satu materi pada matakuliah Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) dan untuk program D III Teknik Elektronika, Logika Fuzzy termasuk di dalam salah satu materi pada matakuliah Kontrol Cerdas (*Intelligent Control*) yang dipelajari pada konsentrasi Otomasi Industri.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Adanya keterbatasan ruangan yang ada di Jurusan Teknik Elektro yang membuat dilakukannya tatap muka perkuliahan terhambat.
2. Dibutuhkan suatu aplikasi *e-learning* berbasis *web* yang dapat mempermudah proses perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro.

1.3 Pembatasan Masalah

Melihat luasnya lingkup permasalahan yang diidentifikasi pada pembahasan sebelumnya, pembatasan masalah sangat penting untuk dilakukan.

Penelitian dibatasi pada:

1. Aplikasi *e-learning* ini untuk matakuliah Logika Fuzzy di program studi Pendidikan Teknik Elektro.

2. *E-learning* menggunakan media berbasis *web* dengan *LMS Moodle*.
3. Desain untuk implementasi *e-learning* ini mengacu kepada desain konten untuk proses pembelajaran meliputi pengolahan data sebagai berikut :

User (administrator, dosen dan mahasiswa), materi mata kuliah (unggah dan unduh), info, forum, kelas virtual, kuis/ujian.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan proses latar belakang, identifikasi, dan pembatasan masalah, maka perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

Bagaimana membuat sebuah aplikasi e-learning yang sesuai untuk Program Studi Pendidikan Teknik Elektro untuk dipergunakan pada mata kuliah Logika Fuzzy ?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Membuat suatu aplikasi *e-learning* yang berbasiskan *website* pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro untuk mata kuliah Logika Fuzzy
2. Aplikasi *E-learning* dapat dimanfaatkan oleh Program Studi lain yang ada di Jurusan Teknik Elektro.
3. Mempermudah pemberian informasi materi perkuliahan dari dosen kepada mahasiswa.

1.6 Manfaat Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

1. Jurusan Teknik Elektro

Diharapkan semua Program Studi terutama Program Studi Pendidikan Teknik Elektro dapat memanfaatkan *E-learning* ini untuk kegiatan pembelajaran mata kuliah Logika Fuzzy.

2. Program studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer (PTIK) UNJ

Dengan hasil penelitian ini diharapkan prodi PTIK dapat memanfaatkan *Moodle* yang telah dibuat dan lebih meningkatkan efektivitas kegiatan perkuliahan dan dapat meningkatkan interaksi pembelajaran antara dosen dan mahasiswa.

3. Dosen

Membantu dosen dalam mendistribusikan materi perkuliahan sehingga proses perkuliahan lebih efektif dan mutu pendidikan lebih meningkat.

4. Mahasiswa

Membantu mahasiswa dalam proses belajarnya seperti memperoleh informasi melalui materi yang diunggah dosen atau mengikuti kuis/ujian secara lebih mudah.

BAB II

KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Kerangka Teoritik

2.1.1 Mata Kuliah Logika Fuzzy

Berdasarkan pedoman akademik Universitas Negeri Jakarta tahun 2011, Jurusan Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta memiliki empat Program Studi yaitu Pendidikan Teknik Elektro (S1), Pendidikan Teknik Elektronika (S1), Teknik Elektronika (D3), dan Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer (S1). Setiap Program Studi memiliki kurikulum masing-masing yang di dalamnya terdapat mata kuliah dimana ilmu pengetahuan dari materinya diperlukan untuk dapat menunjang dan membuat lulusan yang berkompeten dan profesional.

Diantara banyak ilmu pengetahuan atau materi yang dipelajari, terdapat sebuah materi khusus yang dipelajari oleh 3 Program Studi (Pendidikan Teknik Elektro, Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, dan Teknik Elektronika) yaitu materi Logika Fuzzy. Ilmu tentang Logika Fuzzy lebih lengkap dipelajari di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro pada mata kuliah Logika Fuzzy.

2.1.1.1 Pengertian Logika Fuzzy

Frans Susilo berpendapat bahwa *“Logika adalah ilmu yang mempelajari secara sistematis kaidah-kaidah penalaran yang absah (valid), dimana terdapat 2 konsep logika, yaitu logika tegas dan logika fuzzy. Logika tegas hanya mengenal dua keadaan yaitu: ya atau tidak, on atau off, high atau*

low , 1 atau 0. Sedangkan logika fuzzy adalah logika yang menggunakan konsep sifat kesamaran. Sehingga logika fuzzy adalah logika dengan tak hingga banyak nilai kebenaran yang dinyatakan dalam bilangan real dalam selang $[0,1]$ ².

Agus Naba menyatakan bahwa “Logika fuzzy adalah sebuah metodologi berhitung dengan variable kata-kata (linguistic variable), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan”³.

Menurut Lotfi A. Zadeh dalam Sri Kusumadewi menyatakan “Logika Fuzzy (Fuzzy Logic) merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (fuzziness) antara benar atau salah. Logika Fuzzy digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat dan sangat cepat dan Logika Fuzzy menunjukan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana nilai itu salah”⁴.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa logika fuzzy adalah suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran, dengan banyak nilai kebenaran dinyatakan dalam bilangan real dalam selang $[0,1]$ dan merupakan sebuah metodologi berhitung dengan variable kata-kata.

2.1.1.2 Penerapan Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Sebagai contoh⁵ : 1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan

² Susilo. Frans, *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*, (Graha Ilmu : Yogyakarta, 2003), hlm.135.

³ Naba. Agus, *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*, (ANDI : Yogyakarta, 2009), hlm.1.

⁴ Kusumadewi. Sri, *Op.Cit*, hlm.8.

⁵ *Ibid.*, hlm.109.

barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari. 2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan. 3. Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini. 4, Penumpang taksi berkata pada sopir taksi seberapa cepat laju kendaraan yang diinginkan, sopir taksi akan mengatur pijakan gas taksinya.

Logika fuzzy sering diterapkan pada teknologi sistem kendali dan masih mengalami perkembangan sampai saat ini. Penggunaannya yang lebih mudah dipahami sering menjadi alasan utama banyak industri menerapkan logika fuzzy. Tetapi masih banyak orang yang belum mengetahui atau memahami tentang logika fuzzy.

Beberapa alasan mengapa logika fuzzy digunakan⁶, yaitu 1. Konsep logika fuzzy adalah sangat sederhana sehingga mudah dipahami. 2. Logika fuzzy fleksibel, yaitu dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah dan tanpa harus memulainya dari nol. 3. Logika fuzzy memberikan toleransi terhadap ketidakpresisian data. Segala sesuatu di alam ini relatif tidak presisi, bahkan meskipun kita lihat atau amati secara lebih dekat dan hati-hati. Logika fuzzy dibangun berdasar pada fakta ini. 4. pemodelan atau pemetaan untuk mencari hubungan data *input-output* dari sistem *black-box* bisa dilakukan dengan memakai sistem fuzzy. 5. Pengetahuan atau pengalaman dari para pakar dapat dengan mudah dipakai untuk membangun logika fuzzy. Hal ini

⁶ Naba. Agus, *Op.Cit*, hlm.3-4.

merupakan kelebihan utama logika fuzzy dibanding jaringan syaraf tiruan (JST). 6. Logika fuzzy dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem kontrol konvensional yang sudah terlebih dahulu ada. 7. Logika fuzzy berdasar pada bahasa manusia.

Dalam pembelajaran mata kuliah Logika Fuzzy memiliki tingkat abstraksi yang cukup tinggi dan aplikasinya materi Logika Fuzzy banyak dipakai untuk proses kendali mesin-mesin atau alat-alat elektronik⁷. Beberapa aplikasi logika fuzzy yang sudah diterapkan antara lain⁸ : 1. Pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika fuzzy di Jepang (Matsushita Electric Industrial Company). Sistem fuzzy digunakan untuk menentukan putaran yang tepat secara otomatis berdasarkan jenis dan banyaknya kotoran serta jumlah yang akan dicuci. Input yang digunakan adalah : seberapa kotor, jenis kotoran, dan banyaknya yang dicuci. Mesin ini menggunakan sensor optik, mengeluarkan cahaya ke air dan mengukur bagaimana cahaya tersebut sampai ke ujung lainnya. Makin kotor, maka sinar yang sampai makin redup. Di samping itu, sistem juga dapat menentukan jenis kotoran (daki atau minyak). 2. Transmisi otomatis pada mobil. Mobil Nissan telah menggunakan sistem fuzzy pada transmisi otomatis, mampu menghemat bensin 12 - 17%. 3. Kereta bawah tanah Sendai mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu. 4. Teknik, seperti perancangan jaringan komputer, prediksi adanya gempa, dan lain-lain.

⁷ Haryanto, *Peningkatan Kemampuan Penalaran Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Permasalahan Tervisualisasi*, (Jurnal Edukasi vol.7 no.2, 2011), hlm.129.

⁸ Kusumadewi. Sri, *Op.Cit*, hlm.110.

Logika Fuzzy merupakan mata kuliah yang bersifat teori, artinya dalam pembelajaran lebih banyak menekankan sebagian besar pada unsur kognitif, dan sebagian yang lain unsur psikomotor dan afektif. Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro mata kuliah Logika Fuzzy mempelajari beberapa materi, yaitu perkembangan teknologi sistem kendali, perbedaan logika fuzzy dan tegas, fungsi keanggotaan, relasi fungsi, operasi matematika logika fuzzy, variabel linguistik, proses fuzyfikasi dan defuzyfikasi, sistem inferensi fuzzy metode mamdani, sistem inferensi fuzzy metode sugeno, simulasi fuzzy dengan *tool box* MATLAB, *fuzzy clustering*, dan perancangan kontrol fuzzy.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, mata kuliah Logika Fuzzy akan mempelajari bagaimana menggunakan aplikasi MATLAB. MATLAB adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi di mana arti perintah dan fungsi-fungsinya bisa dimengerti dengan mudah, meskipun bagi seorang pemula⁹.

Pemrograman MATLAB dipilih karena menyediakan banyak fungsi dasar untuk operasi matriks. Dalam dunia akademis MATLAB menjadi alat bantu standar intruksional dalam kuliah-kuliah tingkat lanjut bidang matematika, teknik, dan sains. Dalam dunia industri MATLAB menjadi alat bantu untuk keperluan analisis, pengembangan, dan riset.

2.1.2 *E-learning*

Sistem pendidikan di Indonesia akan terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi. Sistem belajar mengajar konvensional akan tergantikan oleh sistem belajar modern. Paradigma baru dalam sistem pendidikan adalah dalam bentuk *e-learning*. *E-learning* merupakan suatu

⁹ Agus. Naba, *Op.Cit*, hlm.39.

media pembelajaran yang mampu membantu proses belajar mengajar dengan memanfaatkan teknologi internet atau berbasis *online*.

Beberapa pakar memberikan definisi mengenai *e-learning*, salah satunya Gilbert dan Jones dalam Herman Dwi Surjono menyatakan bahwa “*E-learning merupakan pengiriman materi pembelajaran melalui suatu media elektronik seperti internet, intranet/extranet, satellite broadcast, audio/video, interactive tv, CD-ROM, dan Computer-Base Training.*”¹⁰

Husamah menyatakan “*e-learning merupakan suatu model pembelajaran dengan menggunakan media teknologi komunikasi dan informasi secara sistematis dengan mengintegrasikan semua komponen pembelajaran.*”¹¹

Haryono dan Librero menyatakan bahwa “*E-learning adalah istilah umum untuk semua dukungan teknologi pembelajaran yang menggunakan berbagai alat pengajaran dan pembelajaran seperti telepon, audio, dan rekaman video, telekonferensi, transmisi satelit dan pelatihan berbasis web atau lebih dikenal kursus online.*”¹²

Menurut Dong dalam Hanny Kamarga menyatakan “*e-learning adalah kegiatan belajar asynchronus melalui perangkat elektronik komputer yang tersambungkan ke internet di mana peserta belajar berupaya memperoleh bahan belajar yang sesuai dengan kebutuhannya.*”¹³

¹⁰ Dwi S. Herman, *Membangun Course E-learning Berbasis Moodle*, (Yogyakarta : UNY Press, 2013), hlm.2.

¹¹ Husamah, *Pembelajaran Bauran (Blended Learning)*, (Jakarta: Prestasi Putakarya, 2014), hlm.11.

¹² Prawiradilaga, dkk, *Mozaik Teknologi Pendidikan* (Jakarta : UNJ, 2004) hlm.198.

¹³ Kamarga. Hanny, *Belajar Sejarah Melalui e-learning*, (Jakarta: Intimedia, 2002), hlm. 53.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *e-learning* adalah sebuah media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi komputer, *internet*, *audio*, *video* untuk kegiatan belajar mengajar dimana mampu memberikan dan menerima materi pembelajaran secara online dari guru ke siswa, kapanpun dan dimanapun.

2.1.3 Implementasi *E-learning*

Implementasi sistem *e-learning* yang ada saat ini sangat bervariasi, namun masih dengan satu konsep atau satu tujuan yaitu sebagai upaya pendistribusian materi pembelajaran melalui media elektronik atau *internet* sehingga peserta didik dapat mengakses kapan saja darimana saja.

Ciri pembelajaran dengan *e-learning* adalah terciptanya lingkungan yang *flexible* dan *distributed*. *Flexible and distributed learning* menunjuk pada pembelajaran dimana pengajar, peserta didik, dan materi pembelajaran darimana pengajar, peserta didik, dan materi pembelajaran terletak di lokasi yang berbeda, sehingga peserta didik dapat kapan saja dan darimana saja¹⁴. Untuk mendapatkan sistem *e-learning* yang baik diperlukan perancangan yang baik pula.

Pada dasarnya sistem *e-learning* dapat diimplementasikan dalam bentuk *synchronous* dan *asynchronous*. *Synchronous learning*, pada pembelajaran *synchronous* kondisinya mirip dengan pembelajaran konvensional hanya saja pada *e-learning* hal ini tidak ditandai dengan kehadiran fisik. Pada bentuk *synchronous* ini pendidik, peserta didik dan rekan-rekannya melakukan

¹⁴ Dwi S. Herman, *Op.Cit*, hlm.4-5.

pertemuan secara *online* di *internet*. Melakukan proses belajar mengajar seolah sedang berada pada ruang fisik yang sama ¹⁵.

Asynchronous learning, peserta didik belajar secara mandiri namun tetap berkomunikasi dengan peserta didik lainnya maupun dengan pendidik walaupun tidak harus di waktu khusus. Penggunaan *email*, *instant message* (Yahoo! Messenger, Gtalk) ataupun *board* pada forum dapat digunakan sebagai media komunikasi dan interaksi baik dengan pendidik maupun sesama peserta didik¹⁶. Tidak ada bentuk yang sempurna dalam mengimplementasikan *e-learning* dikarenakan kedua bentuk tersebut cocok untuk berbagai situasi atau kondisi tertentu.

Untuk mengembangkan materi pembelajaran dalam *e-learning* perlu mempertimbangkan tiga teori belajar yang sangat terkenal yaitu *behaviorisme*, *kognitivisme*, dan *konstruktivisme*. Tiga teori ini dapat digunakan sebagai taksonomi pembelajaran, misalnya teori *behaviorisme* untuk mengajarkan fakta (*what*), teori *kognitivisme* untuk mengajarkan proses dan prinsip (*how*), dan teori *konstruktivisme* untuk mengajarkan penalaran tingkat tinggi (*why*)¹⁷.

Contoh implementasi prinsip *behaviorisme* dalam *e-learning* yaitu tujuan pembelajaran perlu ditampilkan, pencapaian belajar perlu dinilai, dan umpan balik perlu diberikan. Contoh implementasi prinsip *kognitivisme* dalam *e-learning* adalah informasi yang penting perlu diletakkan di tengah layar, informasi yang penting perlu ditonjolkan sedikit demi sedikit untuk menghindari terjadinya beban lebih pada memori, dan materi pembelajaran

¹⁵ Widhiarta, *Pemanfaatan E-learning sebagai Alternatif Pengganti Pelatihan Tatap Muka bagi Pendidik dan Tenaga Kependidikan Nonformal*, (Jurnal visi vol.4 no.2, 2009), hlm.4.

¹⁶ *Ibid.*, hlm.4.

¹⁷ Dwi S. Herman, *Op.Cit*, hlm.7.

perlu disajikan sesuai dengan gaya belajar peserta didik. Contoh implementasi prinsip *kognitivisme* dalam *e-learning* adalah program *e-learning* perlu bersifat interaktif, contoh atau latihan perlu bermakna, dan peserta didik dapat mengontrol jalannya pembelajaran.

2.1.4 Aspek Penilaian Media Pembelajaran

Menurut Wahono dalam Niken Ariani dan Dany Haryanto, penilaian media pembelajaran berdasarkan beberapa aspek yaitu :¹⁸

1. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak, aspek ini terdiri dari : a) Efektif dan efisien dalam pengembangan maupun penggunaan media pembelajaran, b) *Reliable* (handal), c) *Maintainable* (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah), d) *Usabilitas* (mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya), d) Ketepatan pemilihan aplikasi / *software* / *tools* untuk pengembangan, e) Kompatibilitas (media pembelajaran dapat diintelasasi / dijalankan diberbagai *hardware* dan *software* yang ada), f) Pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi, g) Dokumentasi program media pembelajaran yang lengkap meliputi: petunjuk instalisasi (jelas, singkat, lengkap), *trouble shooting* (jelas, terstruktur, dan antisipatif), desain program (jelas, menggambarkan alur kerja program), h) *Reusable* (sebagian atau seluruh program media pembelajaran dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain).

¹⁸ Niken Ariani dan Dany Haryanto, *Pembelajaran Multimedia di Sekolah*, (Jakarta: Prestasi Pustaka, 2010), hal. 17-18

2. Aspek Desain Pembelajaran, aspek ini terdiri dari : a) Kejelasan tujuan pembelajaran (rumusan, realistis), b) Relevansi tujuan pembelajaran dengan SK / KD / Kurikulum, c) Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran, d) Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran, e) Interaktivitas, f) Pemberian motivasi belajar, g) Kontekstualisasi dan aktualitas, h) Kelengkapan dan kualitas bahan bantuan belajar, i) Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, j) Kedalaman materi, k) Kemudahan untuk dipahami, l) Sistematis, runut, alur logika jelas, m) Kejelasan uraian, pembahasan, contoh, simulasi, latihan, n) Konsistensi evaluasi dengan tujuan pembelajaran, o) Ketepatan alat evaluasi, p) Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi.
3. Aspek Komunikasi Visual, aspek ini terdiri dari : a) Komunikatif, sesuai dengan pesan dan dapat diterima / sejalan dengan keinginan sasaran, b) Kreatif dalam ide berikut penuangan gagasan, c) Sederhana dan memikat, d) Terdapat audio (narasi, *sound effect*, *backsound*, musik), e) Terdapat *Development Visual (layout design, typography, warna)*, f) Menggunakan media bergerak (animasi, *movie*), g) *Layout Interactive* (ikon navigasi).

Aspek penilaian media pembelajaran harus dapat membuat proses pembelajaran hingga hasil belajarnya dapat dilakukan dengan lebih sederhana namun efektif dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

2.1.5 Kelebihan dan Kekurangan *E-learning*

2.1.5.1 Kelebihan *E-learning*

Beberapa kelebihan *e-learning* dengan menggunakan jaringan *internet* antara lain yaitu, 1. Informasi yang disajikan real time, 2. Interaksi guru/dosen-

siswa/mahasiswa terjadi secara langsung walau tanpa tatap muka, terdapat forum diskusi online antar siswa/mahasiswa, 3. Fleksibilitas dapat diakses kapan saja dan dimana saja, 4. *Independent learning* dimana *e-learning* memberikan kesempatan bagi pembelajar untuk memegang kendali atas kesuksesan belajar masing-masing, artinya pembelajar diberi kebebasan untuk menentukan kapan akan mulai, kapan akan menyelesaikan, dan bagian mana dalam satu modul yang ingin dipelajarinya terlebih dahulu, 5. Banyak biaya yang bisa dihemat dari cara pembelajaran dengan *e-learning*. Biaya disini tidak hanya dari segi finansial juga dari segi non-finansial. Secara finansial, biaya yang bisa dihemat, antara lain biaya transportasi ke tempat belajar berada di kota lain Negara lain), biaya administrasi pengelola (misalnya : biaya gaji dan tunjangan selama pelatihan, biaya instruktur dan tenaga administrasi pengelola pelatihan, makanan selama pelatihan), 6. Penyediaan sarana dan fasilitas fisik untuk belajar (misalnya: penyewaan ataupun penyediaan kelas, kursi, papan tulis, LCD player, OHP), penyampaian dan pengumpulan tugas dapat dilakukan secara online, 7. Penyampaian pengumuman administrasi perkuliahan dan jadwal dilakukan secara online, 8. Mempermudah penyempurnaan dan penyimpanan materi pembelajaran (*easy updating of content as well as archivable capabilities*)¹⁹.

2.1.5.2 Kekurangan *E-learning*

Adapun beberapa kekurangan dari *e-learning* yaitu, 1. Kurangnya interaksi antara guru/dosen dan siswa/mahasiswa atau bahkan antara siswa/mahasiswa itu sendiri dimana interaksi ini bisa memperlambat

¹⁹ Tasri. Lu'mu, *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Web* (Jurnal Medtek, 2011), hlm.4.

terbentuknya *values* dalam proses belajar dan mengajar, 2. Berikutnya kecenderungan mengabaikan aspek akademik atau aspek sosial dan sebaliknya mendorong tumbuhnya aspek bisnis, 3. Proses belajar dan mengajarnya cenderung ke arah pelatihan bukan pendidikan, 4. Berubahnya peran guru/dosen dari yang semula menguasai teknik pembelajaran konvensional tapi kini juga dituntut menguasai teknik pembelajaran yang menggunakan internet, 5. Siswa/mahasiswa yang tidak mempunyai motivasi belajar tinggi cenderung gagal, 6. Tidak semua tempat tersedia fasilitas internet (mungkin hal ini berkaitan dengan masalah tersedianya listrik, telepon atau komputer), 7. Kurangnya tenaga yang mengetahui dan memiliki keterampilan bidang internet dan kurangnya penguasaan bahasa komputer²⁰.

2.1.6 Learning Management System (LMS)

2.1.6.1 Pengertian LMS

Untuk dapat menjalankan *e-learning* dengan baik maka dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat mengelola *e-learning*. Salah satu aplikasinya adalah *Learning Management System* (LMS). Prawiradilaga memaparkan bahwa *Learning Management System* merupakan sistem yang mendukung implementasi pembelajaran elektronik (*e-learning*) dengan menyediakan materi pembelajaran, intruksi proses belajar yang dilakukan oleh siswa, materi evaluasi dan penampilan hasil proses belajar²¹.

Jadi, LMS adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran dan *resources* multimedia secara *online*

²⁰ *Ibid.*, hlm.4.

²¹ Prawiradilaga, *Mozaik Teknologi Pendidikan*, (Jakarta : Kencana Prenada Media Group, 2004), hlm.15

berbasis *web*, mengelola kegiatan pembelajaran serta hasil-hasilnya, memfasilitasi interaksi, komunikasi, kerjasama antar pengajar dan peserta didik. LMS mendukung berbagai aktivitas, antara lain : administrasi, penyampaian materi pembelajaran, penilaian (tugas, *quiz*), pelaksanaan ujian secara *online*, pelacakan/*tracking* dan *monitoring*, kolaborasi, komunikasi/interaksi.

LMS ini banyak tersedia dalam bentuk *open source* sehingga tidak perlu terlalu dikhawatirkan. Yang terpenting dalam pemilihan LMS adalah banyaknya pemakai dari LMS ini sehingga pengembang tidak kesulitan dalam mencari forum diskusi untuk menanyakan permasalahan-permasalahan yang mungkin timbul di waktu mendatang.

2.1.6.2 Jenis-jenis LMS

LMS terdiri dari 2 jenis, yaitu LMS *open source* merupakan LMS yang bisa dipakai dan didistribusikan secara gratis, sedangkan LMS *proprietary* merupakan kebalikannya. Yang *proprietary* diantaranya adalah seperti disebutkan berikut ini, 1. *ANGEL Learning – ANGEL*, 2. *Blackboard – Blackboard*, 3. *Desire2Learn – Learning Environment*, 4. *eCollege – eCollege*, 5. *Learn.com – Learn.com*, 6. *Meridian KSI – Meridian*, 7. *WebCT – WebCT Bought by Blackboard*, dan *It's learning – its'learning*²².

Sedangkan LMS yang *open source* diantaranya yaitu, 1. *Claroline – Claroline*, 2. *Dokeos – elearning and course management web application*, 3. *eFront – Open Source Learning Management System Fle3*, 4. *ILIAS – Open*

²² Ferdinand F.X, *Integrasi Learning Management System ILIAS dengan Esai Online Simple-O*, (Jurnal UI, 2009), hlm.12.

Source Learning Management System, 5. *LON-CAPA – Open Source Learning Management System with Linked Domains*, 6. *Moodle – Open Source Course Management System*, 7. *OLAT – Open Source Learning Management*, 8. *Sakai Project – Collaboration and Learning Environment*.

Ada beberapa studi perbandingan mengenai LMS, salah satunya yang dilakukan oleh Aydin Cansu dan Tirkes Guzin di tahun 2010 dengan membandingkan empat dari lima puluh LMS tidak berbayar dan open source yang paling diminati oleh situs web UNESCO, serta tiga fitur LMS (*Atutor*, *Dokeos*, *Olat*) telah dianalisis menggunakan versi demo yang diakses sepenuhnya dari situs web mereka dan analisis rinci dilakukan dengan menciptakan program pada setiap LMS, seperti yang ditunjukkan pada tabel.

Hasilnya menunjukkan dari 17 kategori fitur yang ada pada LMS, *Moodle* memenuhi semua kategori tersebut dan lebih unggul dibandingkan dengan *Atutor*, *Dokeos*, dan *Olat*. Kesimpulannya, “tingkat keberhasilan dan tingkat luasnya penggunaan yang meningkat sebanding dengan jumlah fitur yang ada dalam LMS”²³. Lebih lengkapnya diperlihatkan di dalam tabel.

Tabel 2.1 Studi Perbandingan LMS (Terlampir di halaman 88)

2.1.7 Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*)

2.1.7.1 Pengertian Moodle

Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment atau biasa disebut dengan *Moodle* adalah sebuah *software* yang diproduksi untuk kegiatan belajar berbasis *internet* dan *website*. *Moodle* terus mengembangkan rancangan

²³ Benny S.P, *Rancang Bangun Dan Implementasi Multimedia Interactive Based Learning Pada Platform ePesantren berbasis LMS*,(Jurnal UI, 2011),hlm.16.

sistem dan desain *user interface* setiap minggunya (*up to date*). *Moodle* tersedia dan dapat digunakan secara bebas sebagai produk *open source* dibawah lisensi GNU. *Moodle* sangat efektif untuk digunakan sebagai sarana pembelajaran di sekolah-sekolah dan universitas.

Dengan *Moodle* guru atau dosen dapat memberikan materi berupa teks, *web*, animasi, multimedia, *ebook*, presentasi, diskusi, ujian, dan belajar online. *Moodle* dapat difungsikan sebagai sistem *offline*, hanya dapat diakses di lingkungan LAN sekolah / universitas, atau sistem *online*, dapat diakses via *internet*. Kedua hal ini tergantung kepada ketersediaan *bandwidth* sekolah atau universitas yang bersangkutan.

Cole dan Foster mendefinisikan *Moodle* sebagai singkatan dari *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* yang berarti tempat belajar dinamis dengan menggunakan model berorientasi objek²⁴.

Selain merupakan akronim, Cole dan Foster juga mendefinisikan *Moodle* sebagai kata kerja yang berarti proses melakukan sesuatu seperti suatu permainan yang menyenangkan dan mengarah pada penambahan wawasan dan kreativitas²⁵.

Seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.1, *Moodle* merupakan salah satu LMS yang paling *user-friendly* jika dibandingkan dengan perangkat lunak lain yang juga berlisensi *open source* dan didesain secara khusus untuk pembuatan sistem belajar online yang berkualitas.

²⁴ Amiroh, *Membangun e-learning dengan Learning Management System Moodle*, (Sidoarjo : PT Berkah Mandiri Globallindo, 2012), hlm.15.

²⁵ *Ibid.*, hlm.15.

2.1.7.2 Manajemen Moodle

Moodle memiliki tiga tipe manajemen²⁶, yaitu :

1. Manajemen Situs (*Site Management*), situs dikelola oleh seorang administrator (admin). Admin ditetapkan ketika situs dibuat atau ketika *setup*. *Plug-in theme* memungkinkan admin untuk memilih warna situs, *layout* (tampilan), *font* (ukuran huruf) sesuai dengan kebutuhan. *Plugin* modul aktivitas dapat ditambahkan pada instalasi *Moodle* yang ada. Paket Bahasa memungkinkan penyesuaian kedalam banyak bahasa. Paket ini dapat diatur menggunakan editor *web* yang disertakan dalam *Moodle*,

2. Manajemen Pengguna (*User Management*), *Moodle* dirancang untuk mengurangi keterlibatan admin hingga seminimum mungkin dengan tetap mempertahankan tingkat keamanan yang ada. Tiap orang disarankan cukup 1 pengguna saja untuk seluruh server. Dan tiap pengguna dapat mempunyai akses yang berbeda. Selain itu, *Moodle* turut mendukung mekanisme otentifikasi melalui modul otentifikasi yang akhirnya akan memberikan kemudahan dalam integrasi dengan sistem yang telah ada.

Moodle secara *default* menyediakan 7 lapisan *user (privilege)* untuk mengurangi tingkat keterlibatan administrator sehingga administrator tidak terlalu sibuk mengerjakan seluruh tugas di situs tersebut, tentu saja dengan tetap mempertahankan tingkat keamanan situs. Berikut 7 lapisan user tersebut :

²⁶ Kuku. S. Prakoso, *Membangun E-Learning dengan Moodle*, (Yogyakarta : ANDI, 2006), hlm.48-51.

- a. *Administrator*, bertugas mengatur situs secara umum. Misalnya mengubah identitas portal, mengatur tampilan situs, membuat *user* dan mengangkat *user*, menentukan *user roles* membuat kategori, dan lain sebagainya.
- b. *Course Creator*, dapat membuat *course* (pelatihan/mata kuliah/mata pelajaran), dan mengajar *course* tersebut atau menunjuk *teacher* (pengajar) mana yang akan mengajarkan *course* tersebut dan melihat *course* yang tidak dipublish. Pada dunia nyatanya, seorang *course creator* dapat dianggap sebagai kepala departemen atau kepala program studi.
- c. *Teacher*, dapat melakukan apapun terhadap *course* yang diajarkannya, seperti mengganti aktivitas yang terdapat pada *course* tersebut, memberi nilai kepada siswa yang mengambil *course* tersebut, mengeluarkan siswa yang tergabung dalam *course* tersebut, menunjuk *non-editing teacher* untuk mengajar pada *course* tersebut, dan lain-lain.
- d. *Non-editing Teacher*, dapat mengajar pada *coursenya*, seperti memberi nilai siswa, namun tidak dapat mengubah aktivitas yang telah dibuat oleh *teacher* yang mengajar pada *course* tersebut. Pada dunia nyata, *non-editing teacher* dapat dianggap sebagai asisten dosen.
- e. *Student*, merupakan *user* yang belajar pada suatu *course*. Sebelum dapat mengikuti aktifitas pada suatu *course*, seorang *student* harus mendaftar terlebih dahulu pada *course* tersebut.

Selanjutnya pengajar yang mengajar pada *course* tersebut akan memberikan *grade* terhadap pencapaian *student* tersebut.

- f. *Guest*, merupakan *user* yang selalu memiliki akses *read-only*. Setiap *user* yang belum terdaftar pada *moodle* merupakan *guest*. *Guest* dapat masuk ke *course* manapun yang memperbolehkan *guest* untuk masuk. *User* yang telah *login* dapat masuk ke *course* manapun yang memperbolehkan *guest* untuk masuk. Walaupun diperbolehkan masuk, namun *guest* tidak diperbolehkan mengikuti aktivitas apapun pada *course* tersebut.

Terdapat 2 tipe akses *guest* pada *moodle*: yang memerlukan *enrolment key* dan yang tidak. Jika untuk masuk pada suatu *course* diperlukan *enrolment key*, maka setiap ingin masuk ke *course* tersebut *guest* harus memasukkan *enrolment key* terlebih dahulu jadi dapat dibatasi *guest* yang boleh masuk pada *course* tersebut.

Jadi *guest* disediakan untuk *user* yang ingin melihat – lihat *course* yang tersedia pada suatu situs sehingga dapat menentukan apakah *course* tersebut sesuai dengan keinginannya atau tidak.

- g. *Authenticated User*, yaitu secara *default* seluruh *user* yang telah login merupakan *authenticated user*. Walaupun suatu *user* berperan sebagai *teacher* pada suatu *course*, namun di *course*

lain ia hanya berperan sebagai *authenticated user* yang memiliki kedudukan yang sama dengan *guest*.

Perbedaan *guest* dengan *authenticated user*, bila belum terdaftar pada suatu *course*, maka *authenticated user* dapat langsung mendaftar pada *course* tersebut sedangkan *guest* tidak. Walaupun secara *default Moodle* hanya memberikan 7 lapisan *user* seperti yang dijelaskan diatas, namun pengguna *Moodle* (berperan sebagai admin) dapat secara bebas mengkostumisasi, bahkan menambah, jenis lapisan *user* sesuai keinginannya.

3. Manajemen Materi Pelajaran (*Course Management*), memanajemen *course* yang ada hanyalah *user* dengan *role* sebagai *teacher*, dan termasuk admin juga bisa. Walaupun *user* dengan *role course creator* dapat menciptakan suatu *course*, namun *user* tersebut tidak dapat memodifikasi *course* yang telah diciptakan bila ia tidak mengajar di *course* tersebut (bukan sebagai *teacher*).

Pilihan format kursus dapat diatur sesuai periode, topic, atau diskusi yang berfokus pada format *social*. Susunan aktivitas pelatihan yang fleksibel forum, jurnal, kuis, *resource*, pilihan, survei, *chat*, dan *workshop*. Perubahan terakhir dalam kursus/pelatihan dapat langsung dilihat pada *homepage* pelatihan. Hal ini akan sangat membantu pemahaman komunitas dalam institusi pendidikan tersebut.

Semua penilaian dalam forum, jurnal, kuis, dan penugasan dapat ditampilkan dalam satu halaman serta dapat di *download* dalam file *spreadsheet*. Pencatatan *log* dan pelacakan penuh terhadap pengguna.

Laporan aktivitas setiap murid tersedia dalam grafik serta detail dari masing-masing modul (akses terakhir, total waktu akses) dengan menyatakan keterlibatan setiap peserta didik secara detail ke dalam satu halaman. Pengaturan skala. Para pengajar dapat mendefinisikan skala yang akan digunakan dalam penilaian forum, penugasan, dan jurnal.

2.1.7.3 Modul

Moodle memiliki berbagai fasilitas atau modul yang dapat berguna mendukung kegiatan pembelajaran. Berikut tipe-tipe modul :

1. Modul Penugasan (*Assignment*), digunakan untuk memberikan penugasan kepada peserta didik atau siswa secara *online*. Modul ini dapat dikelompokkan berdasarkan tanggal pengumpulan dan urutan penilaian tugas. Peserta didik dapat mengakses materi tugas dan mengumpulkan tugas dengan cara mengirimkan *file* (dalam berbagai format) hasil pekerjaan mereka ke dalam server. Tanggal pengumpulan tugas oleh peserta didik akan tercatat secara otomatis.

2. Modul *Chat*, memungkinkan interaksi sinkron (dalam waktu yang bersamaan) atau secara *online* berbentuk teks. Modul ini menyertakan foto/gambar dan profil jendela *chat*. Serta mendukung *URL*, *smilies*, *HTML*, *image* dan sebagainya. Semua sesi dapat direkam dalam *log* agar dapat dilihat di lain waktu. Fasilitas ini juga diberikan bagi peserta didik.

3. Modul *Forum*, menyediakan berbagai macam tipe, diantaranya *forum* khusus pengajar, berita khusus, forum terbuka, dalam sebuah urutan sesuai kiriman pengguna. Diskusi dapat dikelompokkan sesuai tema atau urutan,

terlama dan terbaru. *Forum* individu dapat didaftarkan setiap orang. Kopiannya dapat dikirim melalui *e-mail*.

4. Modul Pilihan (*Choice*), seperti sebuah *polling*, modul ini digunakan untuk *voting* (mengambil pendapat atas suatu masalah) atau untuk mendapatkan umpan balik dari peserta didik. Pengajar dapat melihat hasil *polling* yang ada dalam sebuah table yang memperlihatkan pilihan seseorang.

5. Modul Kuis (*Quiz*), pengajar dapat membuat *database* pertanyaan agar dapat digunakan pada kuis yang berbeda. Kuis secara otomatis akan dinilai. Selain itu, kuis dapat diatur ulang jika pertanyaan yang ada dimodifikasi. Dalam opsi pengajar, kuis dapat dicoba beberapa kali. Selain itu, kuis dapat menampilkan umpan balik/jawaban yang tepat.

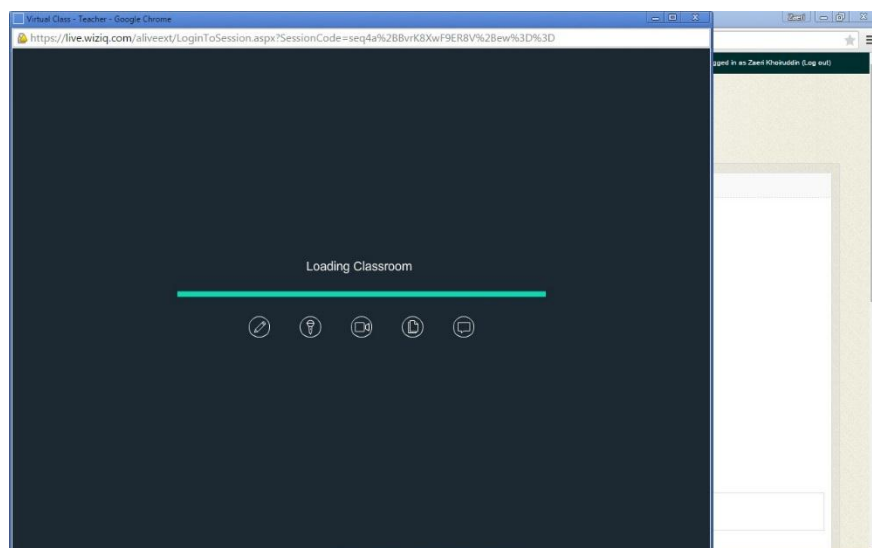
6. Modul Jurnal (*Journal*), privasi jurnal dapat diatur agar hanya diakses pengajar dan peserta didik. Setiap masukan jurnal dapat dimulai dengan pertanyaan terbuka. Untuk jurnal tertentu, seluruh kelas dapat memberikan penilaian dalam formulir yang terlampir pada halaman tersebut. Umpan balik pengajar dijadikan satu dengan halaman masukan jurnal, disertai pemberitahuan melalui *e-mail*.

7. Modul Bahan Pelatihan (*Resource*), modul *Resource* mendukung berbagai macam format (Word, Power Point, Flash, Video, Audio, dan sebagainya). File dapat di-*upload* dan dikelola di dalam *server*, atau dibuat secara *on the fly* menggunakan format *web* (teks atau HTML). Bahan pelatihan eksternal di *web* dapat di-*link* atau disertakan dalam antarmuka kursus/pelatihan.

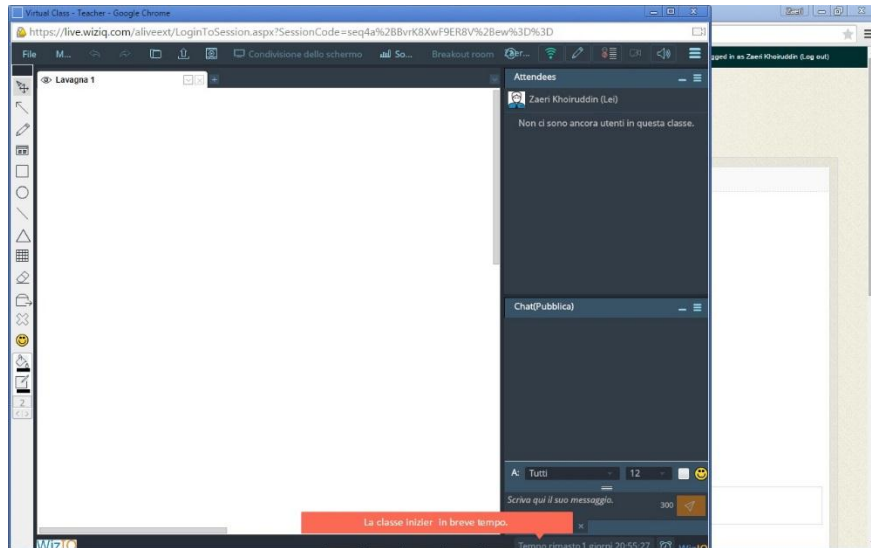
8. Modul *Survey*, yaitu alat survai disertakan dalam Moodle sebagai alat untuk menganalisis kelas *online*. Laporan survai *online* selalu tersedia dengan grafik. Data ini dapat di-*download* dalam bentuk *spreadsheet* Excel atau file text CSV.

9. Modul *Workshop*, modul ini memungkinkan adanya penilaian mendalam terhadap dokumen. Pengajar dapat mengelola serta mengelompokkan penilaian yang ada ke dalam tiga tingkatan.

10. Modul Kelas Virtual (*Class Virtual*), pengajar dapat membuat sebuah kelas virtual dengan menggunakan WizIQ. Jadwal kelas dan durasinya dapat diatur. WizIQ difasilitasi sebuah *video streaming*, *live chat*, *white board*, *pen*, *sound speaker*, *polling*, *upload file*, *media player*, dan *screen sharing*. Jumlah peserta yang mengikuti kelas dapat terlihat. Atas izin dari pengajar setiap peserta diberi wewenang untuk dapat menggunakan *video streaming*, menulis di *white board*, dan menggunakan *speaker*.



Gambar 2.1 Proses Memasuki Kelas Virtual

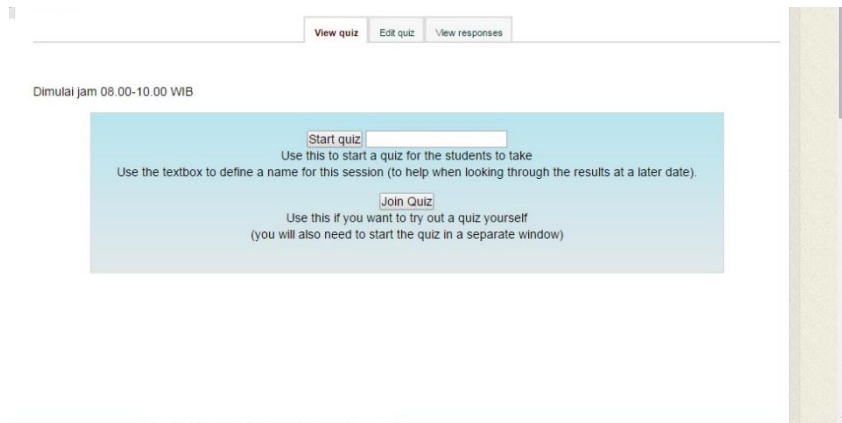


Gambar 2.2 Tampilan Kelas Virtual

11. Modul *Virtual Programming Lab*, mendukung pengajar dan peserta untuk dapat mengelola atau memprogram sebuah data yang baru atau data lama yang sudah ada dengan meng-*upload* data tersebut. Data yang sudah jadi dapat di *compile*.

12. Modul *Realtime Quiz*, memungkinkan untuk melaksanakan kuis atau ujian secara *online* atau sinkron. Pengajar akan mengatur jadwal pelaksanaan dan membuat soalnya. Soal berbentuk pilihan ganda dan setiap soal dapat diatur waktu pengerjaannya. Sebelum ujian dimulai pengajar akan memasukan nama atau judul dari ujian, setelah itu menunggu semua peserta masuk. Selanjutnya setelah peserta masuk pengajar akan dapat memulai ujian dan dapat memantau ujian yang sedang berlangsung.

Hasil kuis atau ujian akan langsung ditampilkan setelah semua soal dijawab oleh peserta dan waktu ujian selesai.



Gambar 2.3 Realtime Quiz

2.1.7.4 Keunggulan Moodle

Prakoso berpendapat keunggulan dari *Moodle* dapat dilihat dari beberapa kriteria sebagai berikut²⁷ :

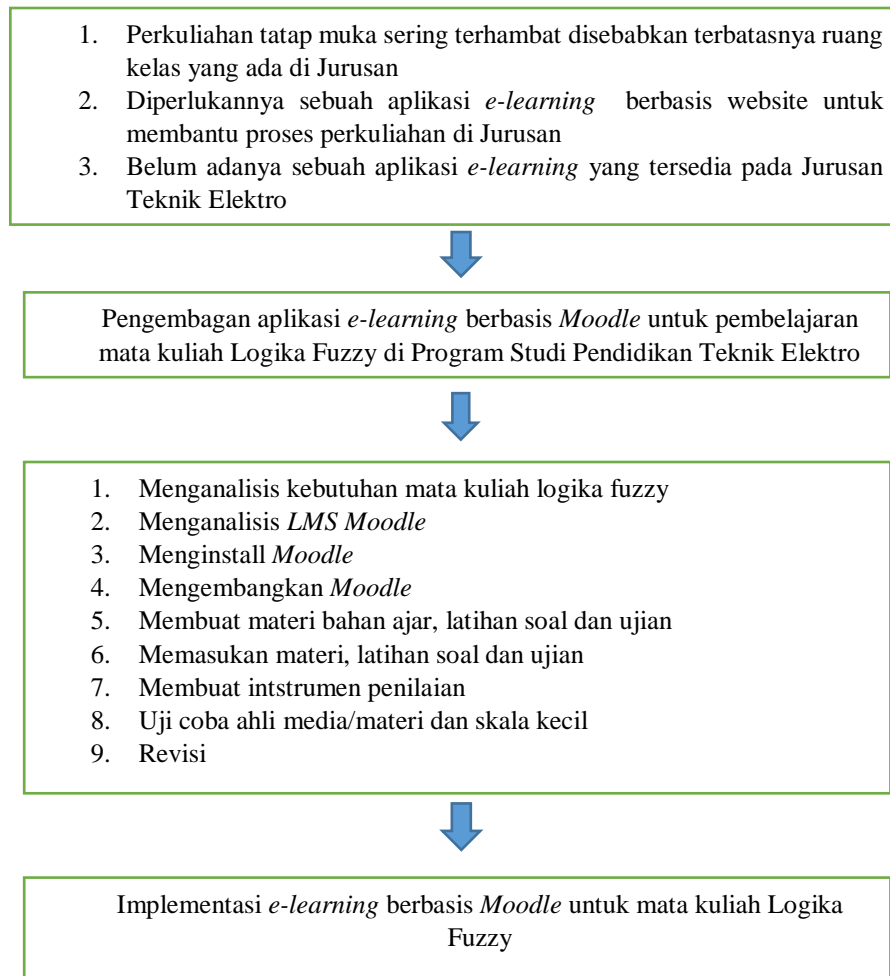
1. Dapat berjalan pada berbagai macam *platform*. Aplikasi *web* yang dapat bekerja pada berbagai macam *platform* adalah PHP yang dikombinasikan dengan MySQL, dan pada lingkungan tempat Moodle dibangun (Linux, Windows, dan Mac OS X).
2. Sangat mudah di-*install*, dipelajari dan dimodifikasi. Prototip *Moodle* sebelumnya dibangun menggunakan Zope – sebuah aplikasi *web server* berorientasi objek. Namun, setelah berjalan beberapa waktu ditemukan bahwa tahapan yang diperlukan sangat rumit dan tidak fleksibel (dalam pengertian administrasi sistem) walaupun teknologi Zope itu sendiri sesungguhnya sangat menarik. Di sisi lain, bahasa *script* PHP sangat mudah didapat. Akhirnya *Moodle* dikembangkan dengan menggunakan desain berorientasi kelas agar mudah dimengerti.

²⁷ *Ibid.*, hlm.121.

3. Mudah di-*upgrade* ke versi terbaru. *Moodle* dikenal dalam berbagai versi (demikian pula dengan semua *plugin* yang ada) dan mekanisme pembangunan *Moodle* telah membuatnya dapat di-*upgrade* ke versi terbaru.
4. Pengembangan secara modular sehingga mempercepat pertumbuhan. *Moodle* memiliki sejumlah fitur, berupa modul, diantaranya *theme*, aktivitas, *language interface*, skema *database*, dan format pelatihan. Hal ini memungkinkan semua orang menambahkan fitur dalam kode dasar utama atau mendistribusikannya secara terpisah.
5. *Moodle* dapat dipadukan dengan berbagai macam sistem. *Moodle* menyimpan semua *file* kursus dalam direktori tunggal di *server*. Hal ini akan memudahkan administrator dalam membuat tingkatan akses antar pengajar.

2.2 Kerangka Berpikir

Berdasarkan uraian teori diatas dapat disimpulkan bahwa dalam mengembangkan sebuah media pembelajaran berbasis *moodle* dibutuhkan konsep yang baik yang nantinya dapat mendukung proses belajar mengajar pada mata kuliah Logika Fuzzy. Adapun kerangka berpikir pada penelitian ini dapat divisualisasikan dalam gambar dibawah ini :



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir

Sebelum melakukan pengembangan pada *e-learning moodle* perlu dilakukan tinjauan atau analisis hal-hal yang dibutuhkan atau mendukung pada proses perkuliahan di kelas yang nantinya dapat diimplementasikan pada perkuliahan secara *online*. Setelah merancang dan mengembangkan *moodle* diperlukan sebuah uji coba yang melibatkan pengajar/dosen dan peserta/mahasiswa disertakan sebuah angket atau kuesioner untuk dapat mengetahui hasil dari *moodle* yang sudah dikembangkan.

Bilamana masih adanya kekurangan maka akan dilakukan revisi atau perbaikan pada *moodle* tersebut.

2.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teori dan kerangka berpikir yang telah dikemukakan oleh peneliti pada halaman sebelumnya, maka peneliti menyampaikan hipotesis penelitian yaitu pengembangan sebuah *e-learning* berbasis *Moodle* dapat menghasilkan *e-learning* yang sesuai untuk dipergunakan pada mata kuliah Logika Fuzzy.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : UPT Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi
(PUSTIKOM) Universitas Negeri Jakarta

Waktu : Mei 2015 - November 2015

3.2 Subyek dan Obyek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini adalah mahasiswa aktif Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta yang telah mendaftar menjadi peserta mata kuliah Logika Fuzzy dalam *web e-learning*.

Obyek penelitian adalah mata kuliah Logika Fuzzy dengan memanfaatkan modul *virtual class*, ujian *online*, dan modul lainnya pada *moodle*.

3.2.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya²¹. Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa aktif Program Studi Pendidikan Teknik Elektro yang pernah mengikuti kegiatan perkuliahan Logika Fuzzy.

3.2.2 Sampel

Sampel adalah sebagian atau wakil dari populasi yang diteliti²². Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sample* atau *judgemental*

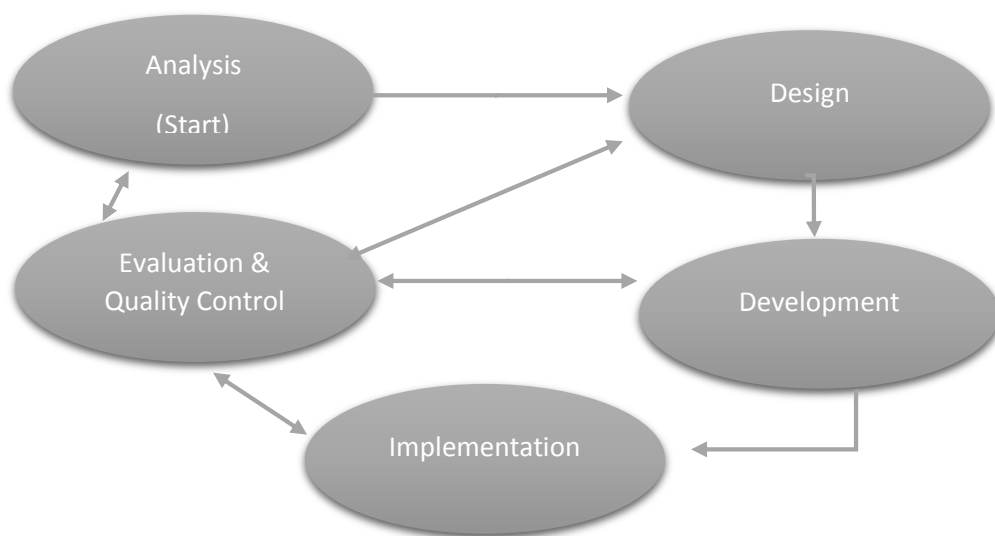
²¹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, (Bandung : Alfabeta, 2011), hlm.80.

²² Suharsimi. Arikunto, *Prosuder Penelitian Pendekatan Praktek*, (Jakarta : Rineka Cipta, 2002), hlm.130.

sampling yaitu penarikan sampel yang dilakukan dengan memilih subyek berdasarkan kriteria spesifik yang ditetapkan oleh peneliti. Sampel dalam penelitian ini adalah 10 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, dua orang dosen ahli media dan dua orang dosen ahli materi.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian adalah menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Metode penelitian digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk. Adapun langkah-langkah pengembangan dengan model ADDIE²³.



Gambar 3.1 Model ADDIE

²³Prasetyo. Zuhdan, *Pengembangan Berbasis Penelitian (Research dan Development)*, (Surakarta : Program Pascasarjana Univeristas Negeri Sebelas Maret, 2012), hlm.4.

3.3.1 Analysis (Analisis)

Analisis merupakan penguraian pokok persoalan atas bagian-bagian, penalaahan bagian-bagian tersebut dan hubungan antar bagian untuk mendapatkan pengertian yang tepat dengan pemahaman secara keseluruhan. Analisis yang terkait dengan pengembangan *e-learning* untuk Mata Kuliah Logika Fuzzy berupa analisis kebutuhan.

3.3.2 Design (Desain)

Desain merupakan proses menyusun atau menentukan format pembelajaran dan penyajian materi, serta perancangan alat evaluasi. Kegiatan ini mengkonversi hasil analisis kedalam suatu desain yang akan diimplementasikan.

3.3.3 Development (Pengembangan)

Pengembangan merupakan proses mewujudkan *blue-print* atau desain menjadi kenyataan. Tahap ini juga merupakan langkah penilaian media. Media hendaknya dinilai oleh para ahli sebelum ke tahap selanjutnya.

3.3.4 Implementation (Implementasi)

Implementasi merupakan langkah nyata untuk menerapkan sistem pembelajaran yang sedang dibuat, yang dimana pada tahap ini semua yang telah dikembangkan sedemikian rupa sesuai dengan peran dan fungsinya agar bisa diimplementasikan.

3.3.5 Evaluation (Evaluasi)

Evaluasi merupakan proses untuk melihat apakah sistem pembelajaran yang sedang dibangun berhasil, sesuai dengan harapan awal atau tidak. Untuk tahap evaluasi bisa terjadi pada setiap empat tahap di atas. Evaluasi yang terjadi

pada setiap empat tahap di atas itu dinamakan evaluasi formatif, karena tujuannya untuk kebutuhan revisi.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat dan mengembangkan model pembelajaran *e-learning* pada mata kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Jakarta dengan berbasis *LMS Moodle* secara *online*. Langkah-langkah penelitian pengembangan ini meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

3.4.1 Analisis

Pengumpulan data untuk kebutuhan pengembangan *e-learning*. Data yang diperoleh diambil dari data lapangan dan data yang ada pada *internet*. Tahapan analisis kembali dilakukan setelah melakukan uji coba, yaitu melakukan analisis kelayakan dari hasil yang telah dibuat.

3.4.2 Desain

Mengolah dan membangun sistem *e-learning* menggunakan data yang telah dikumpulkan, dilanjutkan dengan melakukan penataan tampilan dari *e-learning*. Membuat instrumen atau alat untuk evaluasi hasil yang akan diberikan pada ahli media, ahli materi, dan mahasiswa. Bila setelah evaluasi perlu ada yang diperbaiki maka akan dilakukan perbaikan desain dari *e-learning*.

3.4.3 Pengembangan

Memasukan modul yang dibutuhkan seperti *virtual class*, *assignment*, *realtime quiz*, *forum*, *quiz*, dan membuat silabus mata kuliah serta menyusun isi materi pembelajaran beserta tugasnya yang bersumber dari buku Logika

Fuzzy. Mengatur waktu pelaksanaan perkuliahan *online*, waktu pengumpulan tugas, waktu ujian *online*, dan menyusun kisi-kisi beserta soal dan jawaban untuk ujian *online*.

3.4.4 Implementasi

Melakukan uji coba, memastikan semua fasilitas yang ada pada *e-learning* berjalan sesuai dengan fungsinya sebelum dilaksanakannya evaluasi hasil.

3.4.5 Evaluasi

Melakukan uji kelayakan atau validasi terhadap *e-learning* yang dihasilkan. Dengan mendapat data dan masukan dari dosen ahli (media dan materi) dan mahasiswa. Selanjutnya akan dilakukan perbaikan dan validasi kembali.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Desain Produk

Desain produk untuk *e-learning* ini adalah pengembangan dari *Moodle* secara online dengan memanfaatkan menu dan fasilitas atau modul yang tersedia pada *Moodle*.

3.5.2 Menyusun Materi Ajar

Membuat silabus mata kuliah dalam format *word* dan mempersiapkan materi Logika Fuzzy dalam format *power point presentation*, video, dan ditambah dengan pernyataan tugas, serta soal ujian untuk evaluasi. Materi disusun sesuai dengan kompetensi yang akan dipelajari atau sesuai dengan tujuan pembelajaran.

3.5.3 Validasi Desain

Pada pembuatan desain awal, desain akan dinilai oleh ahli media dan ahli materi untuk menetapkan kelayakan dari *e-learning*. Penilaian dari ahli meliputi aspek materi pembelajaran dan penggunaan media. Untuk materi pembelajaran terdiri dari pengemasan materi, kejelasan isi materi, penguasaan materi, interaktivitas dan media pendukung. Untuk penggunaan media terdiri dari pembelajaran, navigasi, keterbacaan, interaktivitas, dan media pendukung.

3.5.4 Revisi Desain

Setelah desain divalidasi oleh ahli media dan ahli materi, berikutnya dilakukan revisi. Revisi dapat berupa pengurangan atau penambahan pada bagian yang dianggap tidak perlu atau masih dinilai kurang oleh ahli media dan ahli materi.

3.5.5 Uji Coba Skala Kecil

Uji coba skala kecil dilakukan untuk mengetahui tanggapan dari pengguna (mahasiswa / dosen) tentang *e-learning* yang dikembangkan untuk mata kuliah Logika Fuzzy. Uji coba skala kecil dilakukan pada 10 orang mahasiswa. Teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah teknik *purposive sample / judgmental sampling*.

Prosedur pengujian dilakukan dengan meminta mahasiswa seperti mengikuti simulasi proses pembelajaran, yaitu menggunakan kelas virtual, mengunduh materi, mengerjakan kuis atau tugas yang diberikan, melakukan komunikasi melalui menu *chat* yang ada pada kelas virtual atau pada modul *forum* dan mencoba mengikuti ujian *online*. Setelah menggunakan *e-learning*,

mahasiswa dan dosen akan diminta untuk mengisi lembar angket tanggapan penilaian terhadap *e-learning*.

3.5.6 Revisi Produk

Pada tahap ini *e-learning* akan direvisi kembali dengan mempertimbangkan dari hasil uji coba skala kecil. Perbaikan dilakukan untuk dapat memenuhi kelayakan *e-learning* untuk pembelajaran mata kuliah Logika Fuzzy. Setelah perbaikan selesai, uji coba dengan skala besar dapat dilakukan, hingga *e-learning* layak untuk digunakan. Produk *e-learning* berbasis Moodle dikatakan layak apabila hasil dari validasi ahli menyatakan *e-learning* pada kategori layak dan tanggapan dari mahasiswa dan dosen minimal hasilnya baik.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Karena berupa alat, maka instrumen dapat berupa lembar *check list*, kuisioner/angket (terbuka atau tertutup), pedoman wawancara, *camera photo* dan lainnya. Pada penelitian ini peneliti menggunakan instrumen kuisioner atau angket tertutup. Angket tertutup adalah angket yang disajikan dalam bentuk sedemikian rupa sehingga responden diminta untuk memilih satu jawaban yang sesuai dengan karakteristik dirinya atau sesuai dengan keadaan lapangan dengan cara memberi tanda silang atau *checklist*.

3.6.1 Uji Coba Instrumen

Uji coba instrumen atau validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkatan kevalidan atau kesahihan sebuah instrumen. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila setiap butir pertanyaan mampu mengukur apa yang

diinginkan dan apabila dapat mengungkap data dari variable yang diteliti secara tepat. Uji validitas butir instrumen dilakukan dengan rumus *Indeks V* dari Aiken, karena instrumen menggunakan skala rentang 1 – 5 dan pengujian kevalidan butir instrumen dilakukan oleh ahli media dan ahli materi. Hal ini untuk dapat mengetahui hubungan skor setiap butir pertanyaan atau pernyataan dengan skor total. Jika hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil yang negatif maka instrumen yang bernilai negatif tersebut tidak dipakai.

$$V = \sum s / [n(c - 1)]$$

Keterangan :

s : $r - lo$

lo : Angka penilaian validitas terendah (dalam hal ini = 1)

c : Angka penilaian validitas tertinggi (dalam hal ini = 5)

r : Angka yang diberikan oleh seorang penilai

Setelah angket peneiltan selesai dibuat, berikutnya dilakukan uji coba.

Uji coba dilakukan dengan responden para ahli dengan jumlah 4 (empat) orang yang terdiri dari 2 ahli media dan 2 ahli materi.

3.6.2 Sumber Data

1. Sumber data : Ahli media, ahli materi, dan mahasiswa
2. Jenis data :
 - a. Data kualitatif : Efektivitas *e-learning* oleh mahasiswa serta validitas *e-learning* dari ahli media dan ahli materi.
 - b. Data kuantitatif : Hasil angket uji lapangan pada mahasiswa.

3.6.3 Metode Pengambilan Data

1. Data validitas *e-learning* diperoleh dari angket atau kuisisioner penilaian/validasi *e-learning* oleh ahli materi dan ahli media.
2. Data efektivitas *e-learning* yaitu berupa hasil tanggapan efektivitas *e-learning* yang diperoleh dari hasil angket atau kuisisioner.

3.7 Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh, maka langkah berikutnya adalah melakukan analisis data. Untuk menganalisis data dari angket dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Angket yang telah diisi oleh responden akan diperiksa kelengkapan jawabannya.
2. Mengkuantitatifkan jawaban dari setiap pertanyaan angket tersebut, dengan memberikan skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Membuat sebuah tabulasi data.
4. Menghitung prosentase dari setiap subvariabel. Teknik untuk memberikan skor pada instrumen untuk mahasiswa dengan menggunakan rumus tebakan (*Guessing Formula*) penskoran tanpa koreksi. Adapun prosentase untuk setiap subvariabel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Ps = \frac{S}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

Ps : Prosentase subvariabel

S: Jumlah nilai tiap subvariabel

N : Jumlah skor maksimum

5. Dari prosentase yang diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat yang bersifat kualitatif. Untuk menentukan kriteria kualitatif, dilakukan dengan cara :
 - a. Menentukan prosentase skor ideal (skor maksimal) = 100%
 - b. Menentukan prosentase skor terendah (skor minimal) = 0%
 - c. Menentukan range $100 - 0 = 100$
 - d. Menentukan interval yang dikehendaki 5 kriteria (sangat baik, baik, cukup, kurang, sangat kurang)
 - e. Menentukan lebar interval $100/5 = 20$

Berdasarkan perhitungan di atas maka *range* prosentase dan kriteria kualitatif dapat ditetapkan sebagaimana dalam table berikut :

Tabel 3.1 Range Prosentase dan Kriteria Kualitatif

No.	Interval	Kriteria
1	$0\% < PS \leq 20\%$	Sangat Kurang
2	$21\% < PS \leq 40\%$	Kurang
3	$41\% < PS \leq 60\%$	Cukup
4	$61\% < PS \leq 80\%$	Baik
5	$81\% < PS \leq 100\%$	Sangat Baik

Setelah instrumen uji lapangan diberikan kepada mahasiswa, data yang didapatkan akan diakumulasikan dan dibuat dalam prosentase pengguna dengan kriteria yang telah ditentukan. Untuk mengetahui sejauhmana penilaian mahasiswa terhadap *e-learning* apakah sudah sesuai dan layak apabila digunakan. Tujuannya adalah dengan pemanfaatan *e-learning* ini dapat membuat proses perkuliahan menjadi lebih efektif dan efisien dalam adanya keterbatasan ruang dan waktu.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan dari tujuan penelitian yaitu untuk membuat suatu aplikasi atau produk *e-learning* berbasis *Moodle* yang sesuai dan layak diimplementasikan untuk mata kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, berikut dijelaskan mengenai hasil penelitian sesuai dengan tujuan tersebut.

4.1.1 Hasil Pengembangan *e-learning* berbasis *Moodle*

4.1.1.1 Hasil Analisis

Data analisis diambil dari literatur. Untuk mengembangkan *e-learning* perlu memperhatikan berberapa aspek :

1. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak, terdiri dari : a) Efektif dan efisien dalam pengembangan maupun penggunaan media pembelajaran, b) *Reliable* (handal), c) *Maintainable* (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah), d) *Usabilitas* (mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya), d) Ketepatan pemilihan aplikasi / *software* / *tools* untuk pengembangan, e) Kompatibilitas (media pembelajaran dapat diintaslisasi / dijalankan diberbagai *hardware* dan *software* yang ada), f) Pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi, g) Dokumentasi program media pembelajaran yang lengkap meliputi: petunjuk instalisasi (jelas, singkat, lengkap), *trouble shooting* (jelas, terstruktur, dan antisipatif), desain program (jelas, menggambarkan alur kerja program), h) *Reusable* (sebagian atau seluruh program media

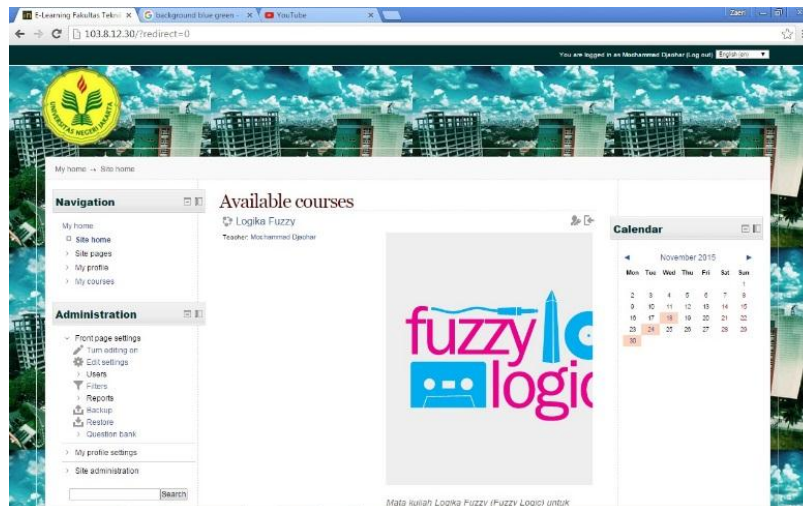
pembelajaran dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain).

2. Aspek Desain Pembelajaran, terdiri dari : a) Kejelasan tujuan pembelajaran (rumusan, realistis), b) Relevansi tujuan pembelajaran dengan SK / KD / Kurikulum, c) Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran, d) Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran, e) Interaktivitas, f) Pemberian motivasi belajar, g) Kontekstualisasi dan aktualitas, h) Kelengkapan dan kualitas bahan bantuan belajar, i) Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, j) Kedalaman materi, k) Kemudahan untuk dipahami, l) Sistematis, runut, alur logika jelas, m) Kejelasan uraian, pembahasan, contoh, simulasi, latihan, n) Konsistensi evaluasi dengan tujuan pembelajaran, o) Ketepatan alat evaluasi, p) Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi.
3. Aspek Komunikasi Visual, terdiri dari : a) Komunikatif, sesuai dengan pesan dan dapat diterima / sejalan dengan keinginan sasaran, b) Kreatif dalam ide berikut penuangan gagasan, c) Sederhana dan memikat, d) Terdapat audio (narasi, *sound effect*, *background*, musik), e) Terdapat *Development Visual* (*layout design*, *typography*, warna), f) Menggunakan media bergerak (animasi, *movie*), g) *Layout Interactive* (ikon navigasi).

4.1.1.2 Hasil Desain Produk

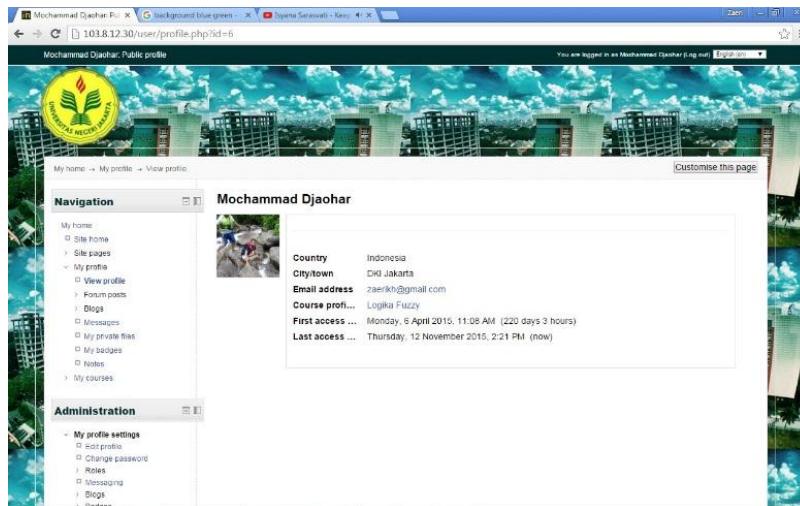
Produk *e-learning* berbasis *Moodle* pada mata kuliah Logika Fuzzy yang dirancang terdiri dari media dan materi. Produk *e-learning* berbasis *Moodle* pada mata kuliah Logika Fuzzy yang dikembangkan terdiri dari bagian pendahuluan dan bagian isi. Produk *e-learning* ini berada pada menu di dalam

website dengan alamat IP 103.8.12.30. *Website e-learning* terdiri dari beberapa menu, yaitu *Home*, *Site pages*, *My Profile*, *My course*. Menu *Home* menampilkan isi dari *e-learning* yang berupa mata kuliah yang tersedia. Menu *Site pages* berisi *Site blogs*, *Site badges*, *Tags*, dan *Calender*.

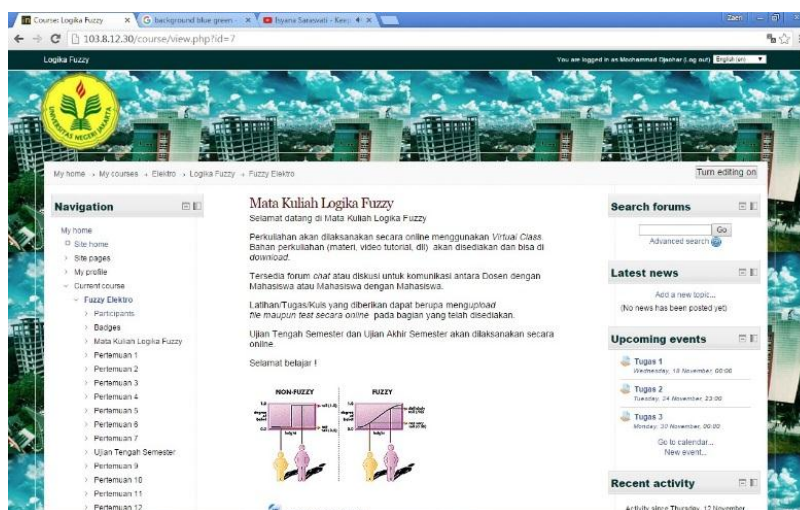


Gambar 4.1 Tampilan *home* sebagai tampilan awal *website e-learning*

Menu *My profile* untuk memperlihatkan data *user*. Menu *My course* untuk menampilkan *course* apa saja yang dikelola atau diikuti. Untuk dapat mengakses fitur yang ada pada *e-learning*, seseorang harus terdaftar sebagai *user*. Pada *e-learning* yang dikembangkan terdapat 3 macam *user*, yaitu *admin*, *teacher*, dan *student*. *User admin* dijalankan oleh penyusun. Hak akses yang dimiliki *admin* adalah menambah dan mengurangi isi *course*, melakukan pengolahan nilai, serta mengatur situs secara umum.



Gambar 4.2 Tampilan *profile* pengguna *e-learning* bagi yang sudah mendaftar dan mendapat *id* sebagai *user*



Gambar 4.3 Tampilan *course* kelas Logika Fuzzy setelah *login*

Produk *e-learning* yang dikembangkan adalah pengembangan dari Moodle versi 2.6. Pada *e-learning* terdapat 2 bagian utama, yaitu *resources* dan *activities*. *Resources* berisi sumber belajar berupa materi dalam berbagai format, sedangkan *activities* berisi fasilitas kegiatan yang dapat dilakukan oleh mahasiswa.

Untuk pengembangan awal pada *e-learning* dilakukan perancangan konsep sistem dan desain yang akan dibangun. Desain yang dibuat adalah

dengan pembelajaran sesuai topik. Topik yang dibuat ada 16 atau sama dengan 16 kali pertemuan. Setelah desain tampilan *e-learning* selesai dibuat, berikutnya dilakukan pengujian-pengujian sistem oleh peneliti. Uji sistem dimulai dari pendaftaran akun, mengunggah file, mengunduh file, membuka *link video*, menjalankan modul kelas virtual *WizIQ*, menjalankan modul forum, menjalankan ujian online *Real Time Quiz*.

Untuk mendaftarkan akun baru dibutuhkan data *username*, *password*, *email address*, *first name*, *surename*, *city/town*, *country*. Untuk *password* diatur dengan format minimal ada 8 karakter yang berisi minimal 1 huruf besar, 1 angka, dan 1 simbol.

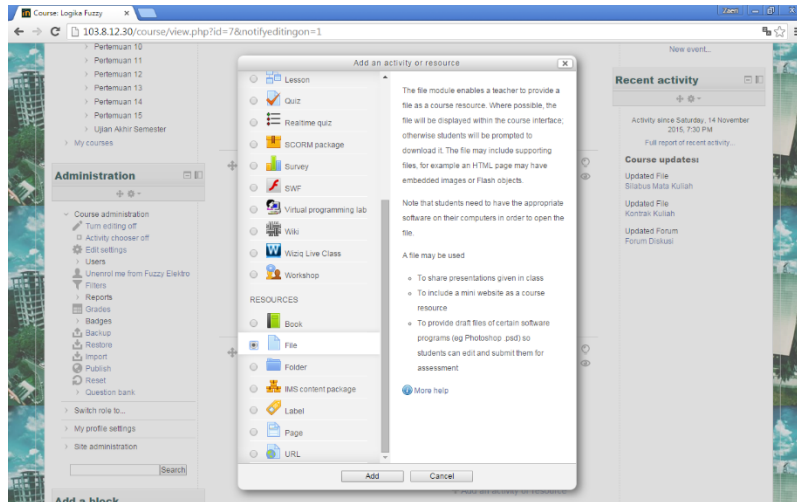
The screenshot shows a web browser window with the URL `103.8.12.30/login/signup.php?`. The page title is "E-Learning Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta". The form is titled "New account" and "Choose your username and password". It includes the following fields and labels:

- Username***:
- Password***: ☒ Unmask
- Email address***:
- Email (again)***:
- First name***:
- Surname***:
- City/town**:
- Country**:

At the bottom of the form, there is a "Create my new account" button and a "Cancel" button. A red error message at the bottom right states: "There are required fields in this form marked *".

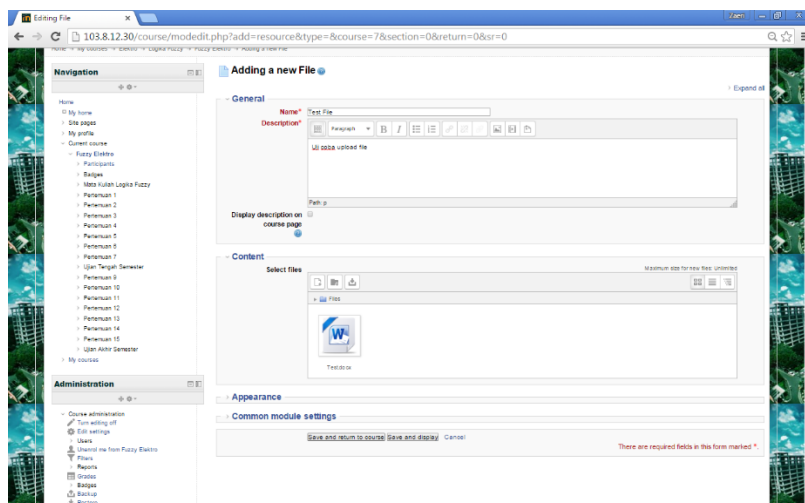
Gambar 4.4 Uji Coba Pendaftaran Akun Baru

Untuk mengunggah *file* dapat dilakukan dengan menambah *resources* pada halaman *course*.



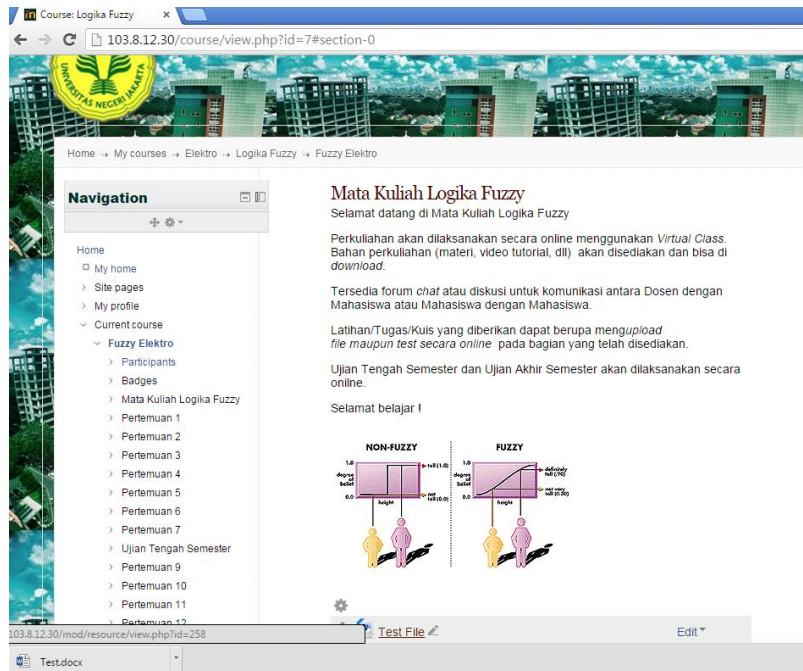
Gambar 4.5 Uji Coba Mengunggah File (1)

File yang diunggah dapat berupa format .doc, .xls, .ppt, dan .pdf.



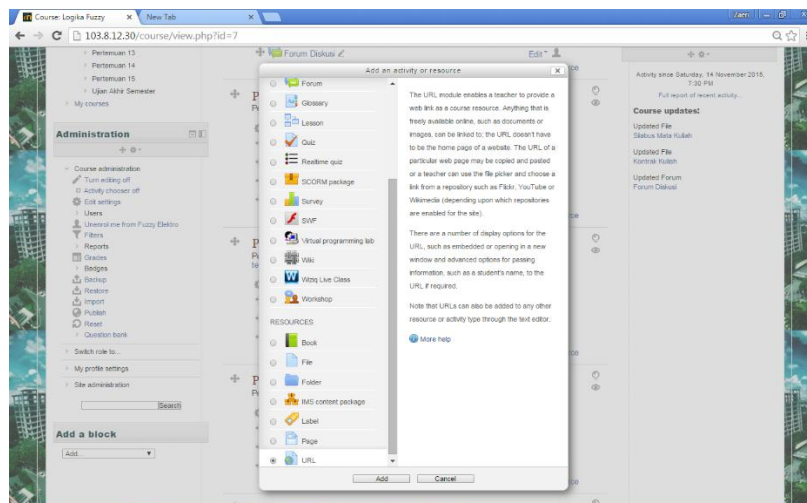
Gambar 4.6 Uji Coba Mengunggah File (2)

File yang sudah diunggah langsung diuji coba untuk diunduh. Untuk mengunduh file cukup dengan meng-klik file yang ada, kemudian file akan langsung terunduh.

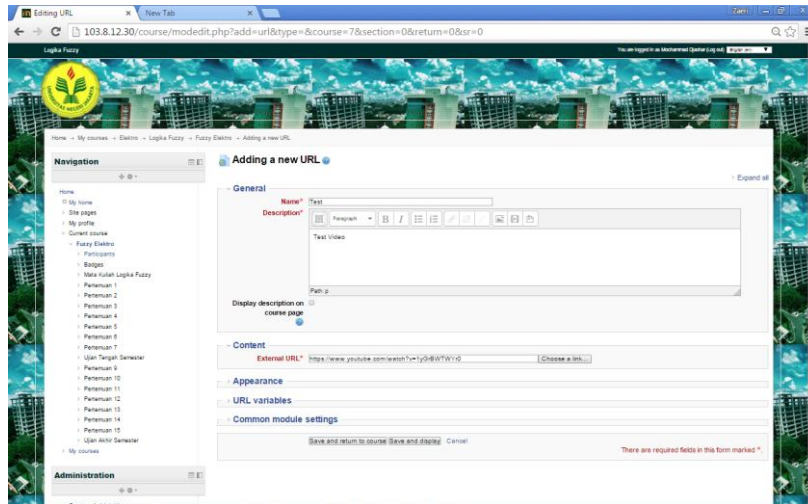


Gambar 4.7 Uji Coba Mengunduh File

Video yang akan digunakan adalah video yang berasal dari youtube. Link video akan dimasukan ke dalam halaman *course* melalui penambahan *resource*.

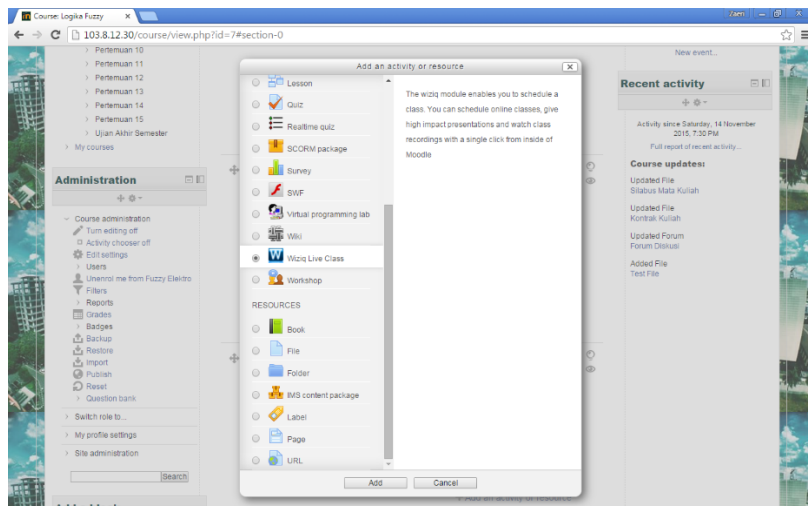


Gambar 4.8 Uji Coba Link Video(1)



Gambar 4.9 Uji Coba *Link Video*(2)

Penambahan kelas virtual dilakukan dengan menambah *activity* dan memilih modul *WizIQ Live Class*.



Gambar 4.10 Uji Coba Kelas Virtual (1)

Pengaturan yang dilakukan pada kelas virtual adalah penamaan judul kelas, deskripsi kelas, zona waktu, tanggal dan waktu pelaksanaan beserta durasi pelaksanaan kelas. Durasi pelaksanaan diatur dalam format menit.

Editing WiziQ Live Class

103.8.12.30/course/modedit.php?add=wiziq&type=&course=7§ion=0&return=0&sr=0

Adding a new WiziQ Live Class

Schedule Class | Manage Classes | Manage Content

General

Title: Test1

Description: Kelas virtual untuk pertemuan pertama

Path: p

Set Timing of the Class

Timezone: Asia/Jakarta

Schedule for right now: ☐

Date and time: 20 May 2015 11:03

Duration (in Minutes): 90

Setting of WiziQ Class

Common module settings

Save and return to course | Save and display | Cancel

There are required fields in this form marked *

Gambar 4.11 Uji Coba Kelas Virtual (2)

Setelah kelas virtual dibuat, berikutnya kelas dapat dijalankan dengan *launch class*.

Schedule Class | Manage Classes | Manage Content

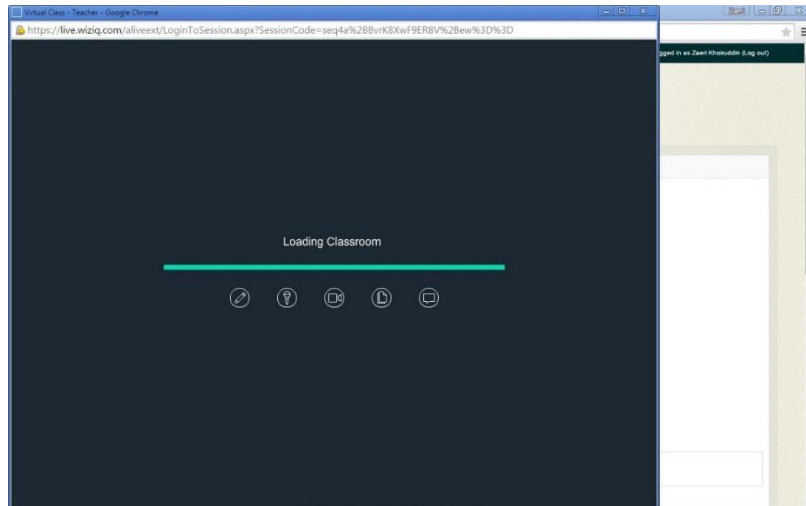
Kelas Virtual	
Teacher	You
Class Status	upcoming
Timing of Class	5/20/2015 11:03:00 AM
Time-Zone	Asia/Jakarta
Duration (in Minutes)	90
Recording opted	Yes

Launch Class | Edit Class | Delete Class

Description About Class

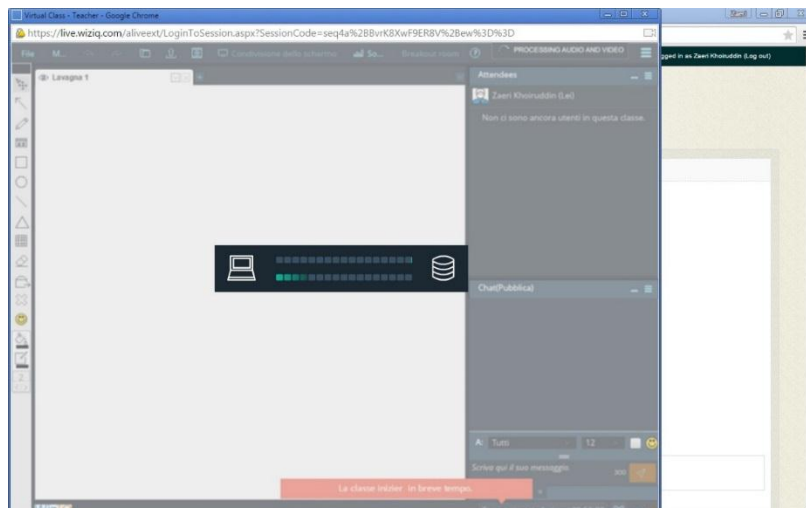
Kelas virtual untuk pertemuan pertama

Gambar 4.12 Uji Coba Kelas Virtual (3)



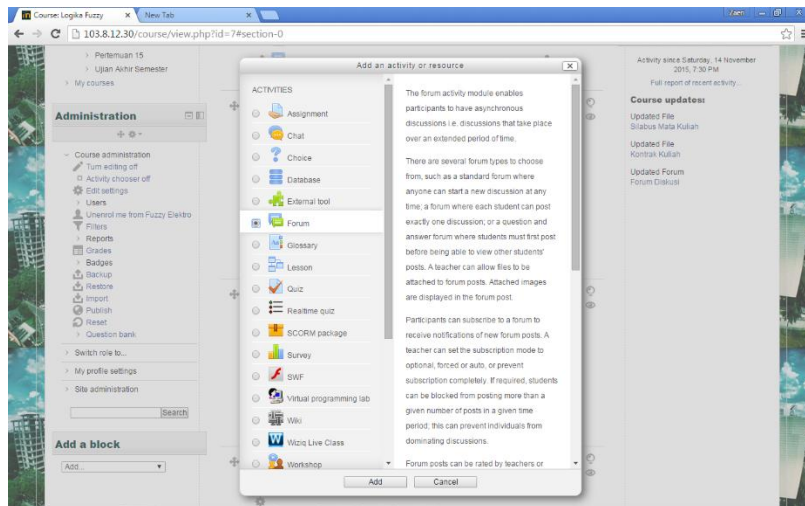
Gambar 4.13 Uji Coba Kelas Virtual (4)

Modul kelas virtual akan mensinkronisasi data yang ada pada server sebelum kelas dapat digunakan. Fitur yang tersedia pada kelas virtual adanya *white board* untuk menulis atau menggambar, menampilkan *power point*, menampilkan *video* dengan media player, *speaker*, *live video*, dan *chatting*.

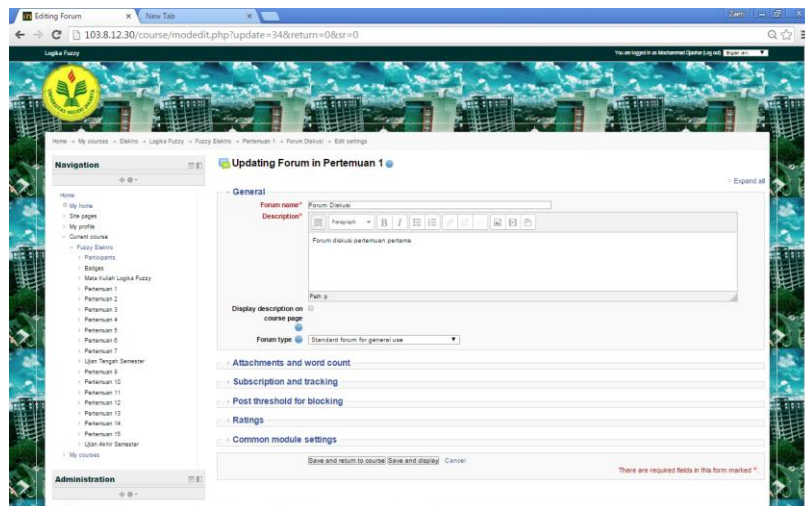


Gambar 4.14 Uji Coba Kelas Virtual (5)

Forum diskusi ditambahkan kedalam *course* melalui penambahan *activity forum*.



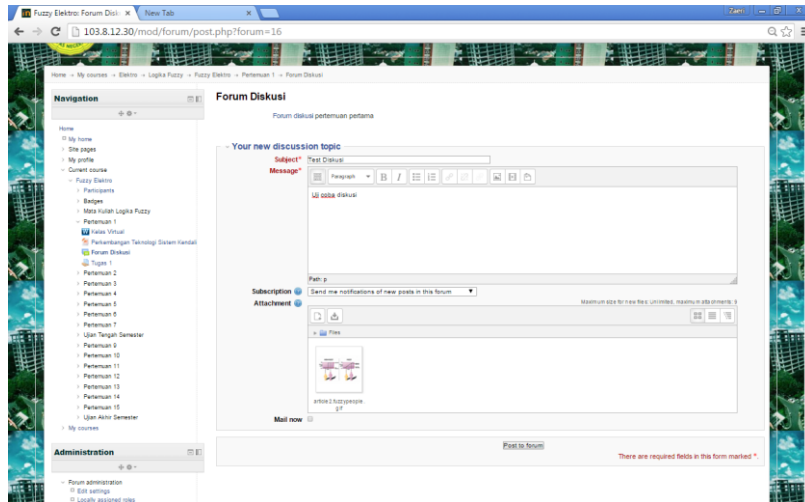
Gambar 4.15 Uji Coba Forum Diskusi (1)



Gambar 4.16 Uji Coba Forum Diskusi (2)

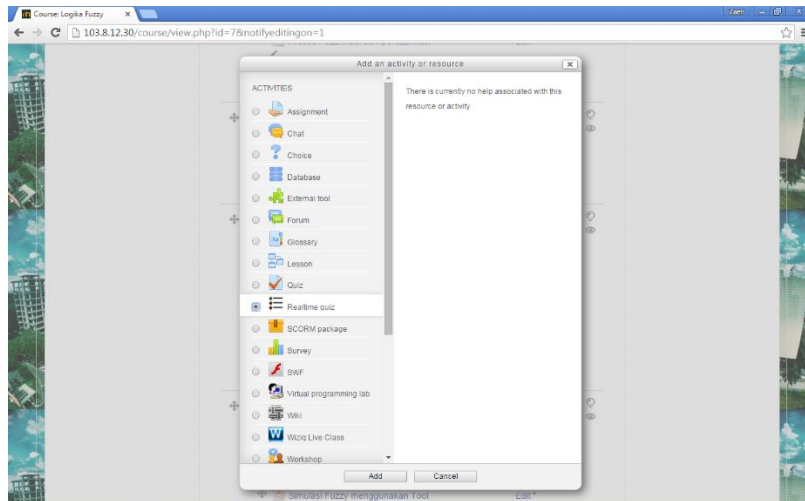
Berikutnya forum yang sudah dibuat ditambahkan topik pembahasan.

Dalam menambahkan topik penambahan dapat memberikan sebuah lampiran berupa *file* atau gambar.

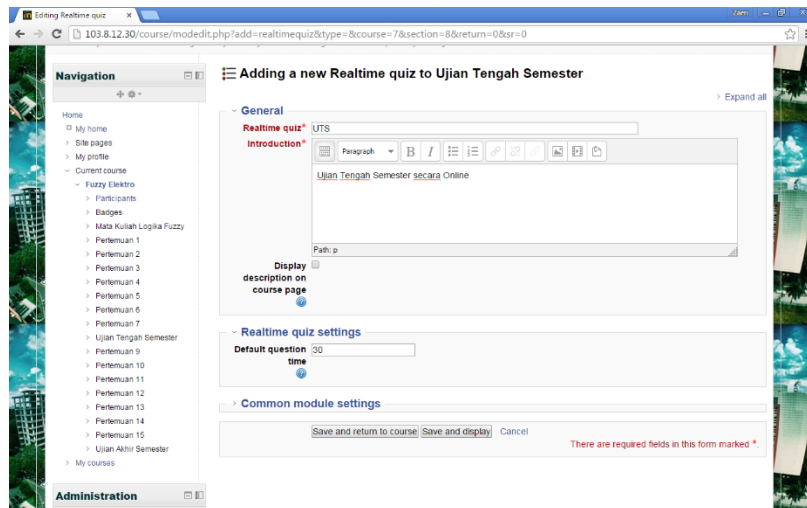


Gambar 4.17 Uji Coba Forum Diskusi (3)

Modul *Real Time Quiz* berupa modul untuk kuis atau ujian yang pengerjaan dilakukan secara *synchronous*, dimana pengajar dan peserta didik sama-sama dalam kondisi *online*. Untuk menambahkan modul *Real Time Quiz* dapat dilakukan dari penambahan *activity*.

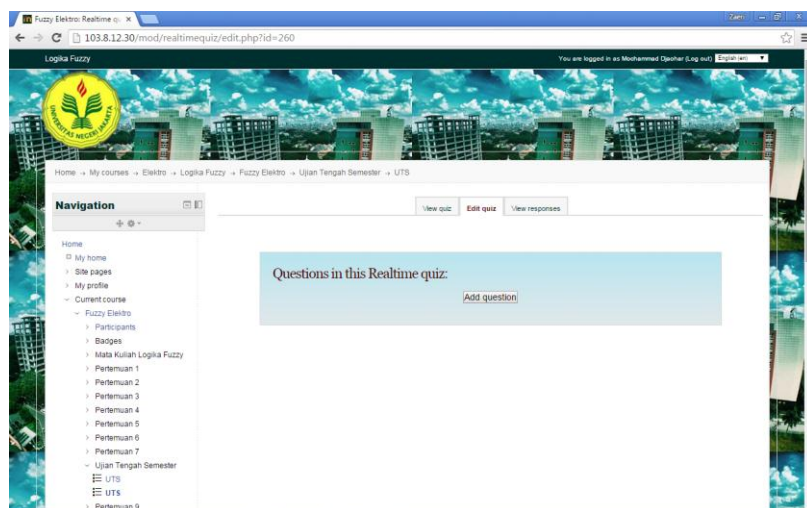


Gambar 4.18 Uji Coba Modul Real Time Quiz(1)



Gambar 4.19 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(2)

Untuk memasukan pertanyaan beserta jawabannya dilakukan di menu *edit quiz* pada modul *Real Time Quiz*.



Gambar 4.20 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(3)

Dalam menambah pertanyaan kita dapat mengatur berapa detik waktu pengerjaan dan berapa jumlah pilihan jawabannya dan disediakan pilihan jawaban untuk memilih jawaban salah semua.

The screenshot shows a web browser window with the URL `103.8.12.30/mod/realtimequiz/editquestion.php?quizid=3`. The page title is "Adding question 1". On the left is a "Navigation" menu with links like Home, My home, Site pages, My profile, Current course, Fuzzy Easino, Participants, Badges, Mata Kuliah Logika Fuzzy, and various Perlemuan (1-15) and UTS links. The main form has a "Question text" field with a rich text editor toolbar. Below it is a "Question time (0 for default)" field. There are four "Answer" fields, each with a radio button. A "No right answer" checkbox is at the bottom left of the answer section. A button "Add space for 3 more answers" is at the bottom right of the answer section. At the very bottom are buttons "Save question", "Save question and add another", and "Cancel". A red error message at the bottom right says "There are required fields in this form marked *".

Gambar 4.21 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(4)

Uji coba berikutnya dilakukan dengan mengerjakan soal yang sudah dibuat. Kuis atau ujian dapat dimulai dengan memilih *start quiz*. Dalam simulasi nanti pengajar akan menunggu semua peserta siap, setelah itu kuis atau ujian dapat dilanjutkan untuk dimulai,

UTS

The screenshot shows a web browser window with the URL `103.8.12.30/mod/realtimequiz/viewquiz.php?quizid=3`. The page title is "UTS". At the top are buttons "View quiz", "Edit quiz", and "View responses". Below them is a text "Dimulai jam 08.00-10.00 WIB". The main content area has a light blue background and contains two buttons: "Start quiz" and "Join Quiz". Below "Start quiz" is a text box for defining a session name. Below "Join Quiz" is a text box for defining a session name. At the bottom are buttons "Save question", "Save question and add another", and "Cancel". A red error message at the bottom right says "There are required fields in this form marked *".

Gambar 4.22 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(5)

UTS

View quiz Edit quiz View responses

Dimulai jam 08.00-10.00 WIB

Waiting for students to connect

Click 'Next' when everyone is ready

Next >>

Gambar 4.23 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(6)

Waktu pengerjaan soal sudah ditentukan, bila waktu pengerjaan belum selesai maka belum dapat melanjutkan ke soal selanjutnya dan setelah memilih jawaban maka tidak dapat mengganti jawabannya. Pertanyaan juga tidak dapat dilompati. Semua soal dikerjakan secara berurutan. Hasil kuis atau ujian akan langsung ditampilkan setelah kuis atau ujian selesai.

UTS

View quiz Edit quiz View responses

Dimulai jam 08.00-10.00 WIB

Question 1 / 2

Mata kuliah apa yang sedang dipelajari ?

- ☐ A Logika Matematika
- ☐ B Logika Berfikir
- ☐ C Logika Fuzzy
- ☐ D Logika Fisika

Time left to answer: 28

Next >>

Gambar 4.24 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(7)

UTS

View quiz Edit quiz View responses

Dimulai jam 08.00-10.00 WIB

Final results

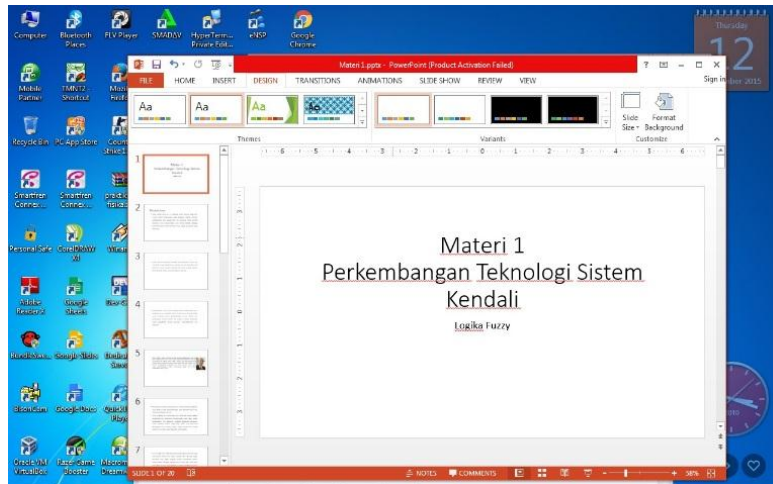
Class result: 0% correct.

Gambar 4.25 Uji Coba Modul *Real Time Quiz*(8)

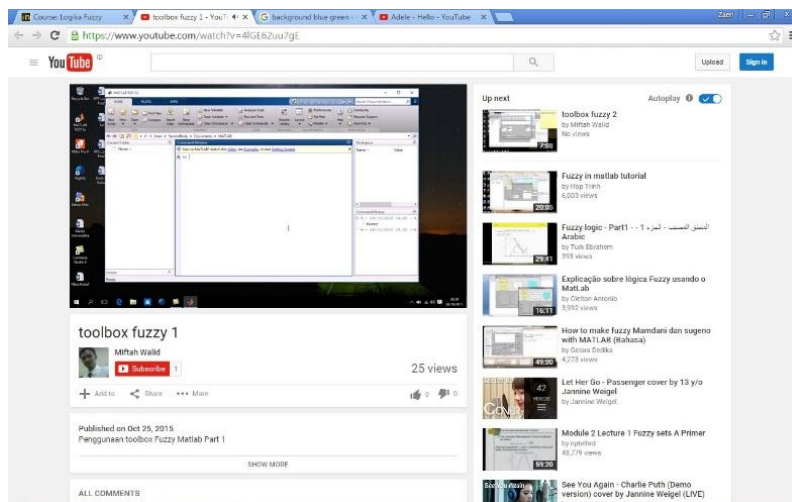
Setelah sistem dan desain berjalan dengan baik, selanjutnya membuat silabus mata kuliah, mengumpulkan data dan menyusun bahan ajar untuk dimasukan ke dalam *e-learning* dan menganalisis kebutuhan yang diperlukan dalam *e-learning*. Bahan ajar yang digunakan dalam *e-learning* menggunakan format *Power Point Presentation* (ppt) dan video.

Materi yang dibuat berjumlah 11 materi diantaranya, materi perkembangan teknologi sistem kendali, materi perbedaan logika tegas dan logika fuzzy, materi fungsi keanggotaan, , materi relasi fungsi, materi operasi matematika dan himpunan fuzzy, materi variabel linguistik, materi proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi, ,materi sistem inferensi metode mamdani dan sugeno, materi simulasi fuzzy dengan *tool box* MATLAB, materi *fuzzy clustering*, dan materi perancangan kontrol fuzzy.

Bahan ajar dengan format ppt disediakan untuk penyampaian materi dan mempermudah belajar. Isi slide ppt merupakan ringkasan materi untuk setiap sub materi. Tampilan dalam format ppt dibuat untuk dapat diunduh oleh mahasiswa. Penjelasan untuk sub materi yang membutuhkan langkah dan praktik secara langsung, pada *e-learning* disediakan sumber *link* video yang berisikan langkah pengerjaan atau tutorial. Seperti cara menggunakan *tool box* fuzzy pada MATLAB.

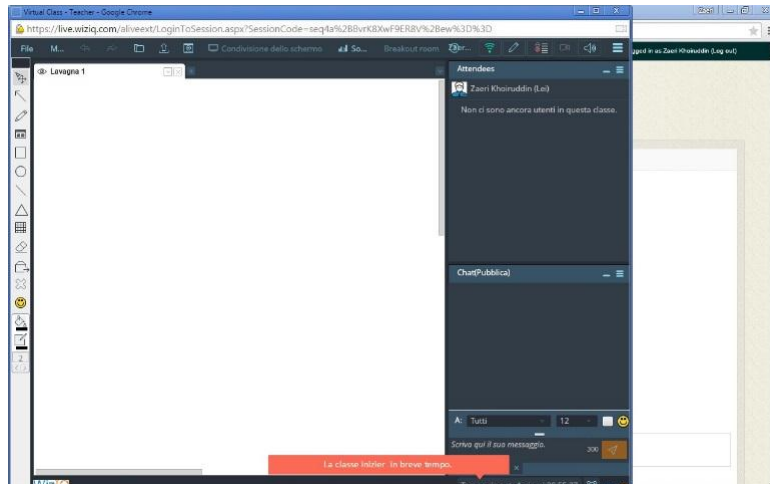


Gambar 4.26 Materi Pembelajaran Dalam Format .ppt



Gambar 4.27 Materi Pembelajaran Dalam Media Video

Untuk menunjang kegiatan pembelajaran jarak jauh, pada *e-learning* menggunakan beberapa aktivitas pembelajaran yang didukung oleh *Moodle*. Pertama, aktivitas yang memungkinkan adanya interaksi penggunaan secara *synchronous* (dalam waktu yang bersamaan) yaitu aktivitas kelas virtual dan forum atau *chat*. Aktivitas kelas virtual menggunakan fasilitas *WizIQ*, digunakan untuk mempermudah dosen dan mahasiswa mengadakan kelas pengganti sesuai dengan kesepakatan yang telah disepakati antara dosen dan mahasiswa.



Gambar 4.28 Tampilan Kelas Virtual

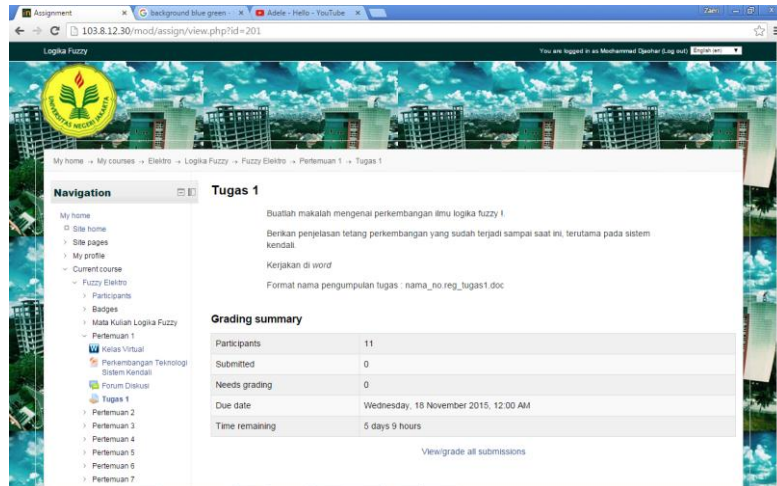
Fasilitas forum disediakan untuk mahasiswa mendiskusikan materi yang dianggap sukar dipahami bersama dosen. Pada fasilitas ini mahasiswa dan dosen tidak harus dalam keadaan *online* secara bersamaan. Diskusi materi juga lebih umum dan akan mewadahi mahasiswa yang mengalami kesulitan untuk memahami topik yang sama.



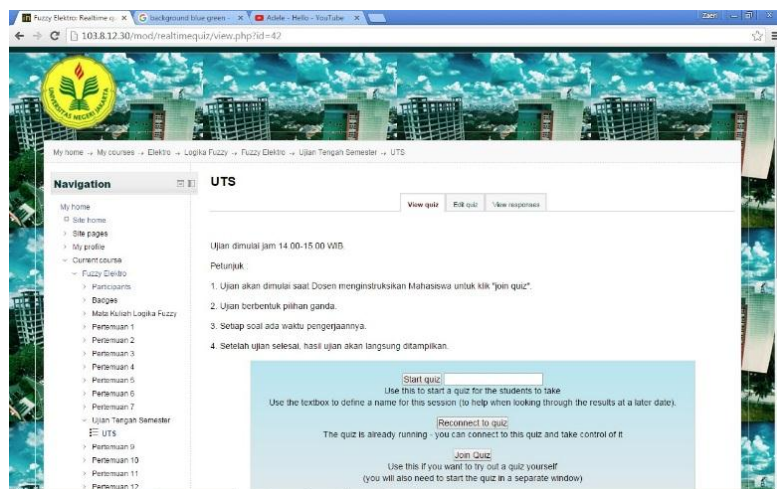
Gambar 4.29 Tampilan Forum Diskusi

Aktivitas penugasan (*Assignment*), dimana mahasiswa dapat mengunggah tugas yang telah dikerjakan ke dalam *server*. Aktivitas untuk mengevaluasi hasil pembelajaran menggunakan fasilitas *Real Time Quiz*, yang dilaksanakan secara online atau *synchronous* (dalam waktu yang bersamaan)

dan waktu pelaksanaan ditentukan oleh dosen. Fasilitas *Real Time Quiz* akan digunakan untuk Ujian Tengah Semester atau Ujian Akhir Semester, dengan format pilihan ganda.



Gambar 4.30 Tampilan Assignment



Gambar 4.31 Tampilan Real Time Quiz

4.1.1.3 Hasil Validasi Produk

Produk divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Sistem *e-learning*, keterbacaan, tampilan atau desain *e-learning* di validasi oleh ahli media. Isi *e-learning* dari segi materi divalidasi oleh ahli materi, yaitu Dosen Logika Fuzzy atau yang kompeten pada materi. Perbaikan meliputi isi pada *e-learning*.

Setelah produk memenuhi kriteria, selanjutnya dapat dilakukan uji coba pada skala kecil. Validasi dilakukan dengan menggunakan angket atau kuisioner yang berisi tentang aspek kelayakan produk. Hasil analisis penilaian yang dilakukan oleh ahli media dan ahli materi digunakan untuk melakukan revisi *e-learning*.

a. Validasi Ahli Media

Ahli media memberikan saran bahwa perlu adanya perubahan pada sistem navigasi setelah *user login*. Awalnya, setelah *user login*, *user* akan langsung masuk ke menu *My home*, yang isinya sama dengan menu *My course* yang berisi mata kuliah yang dipilih. Pada tampilan, menu *Home* berada di bawah menu *My home*. Hal ini terlihat membingungkan, perumpamaannya seperti rumah yang besar berada di dalam rumah yang kecil. Agar tidak membingungkan perlu dirubah sistem navigasinya.

Pengemasan materi dalam format .ppt perlu diperhatikan di banyaknya tulisan pada setiap *slide*. Setiap *slide* disesuaikan untuk hanya menjelaskan per-*point* agar tidak terlihat seperti menyalin dari buku dan materi dapat lebih mudah dipahami. Tampilan latar belakang dan kombinasi warna pada *e-learning* perlu dipilih warna yang lebih menarik untuk menambah daya tarik.

Penyusunan modul *activities* dan *resource* pada *e-learning* harus konsisten. Dari 16 topik yang disediakan urutan isi setiap topik harus sama, mulai dari modul kelas virtual, materi *power point*, modul forum diskusi, modul tugas (*assignment*), dan yang terakhir modul *link* untuk

video. Bertujuan untuk menghindari ketidaktelitian pengguna bilamana tidak disusun secara konsisten.

Berikutnya terdapat kekurangan dari kelas virtual. Rekaman dari hasil proses pembelajaran kurang bagus. Kualitas rekaman atau *video* yang ditampilkan tidak dapat menampilkan secara keseluruhan, ada bagian yang tidak muncul, sehingga rekaman belum dapat digunakan untuk *review* pertemuan. Tambahan saran dari ahli media adalah untuk memilih kombinasi warna yang lebih menarik pada *e-learning*.

b. Validasi Ahli Materi

Hasil penilaian dari para ahli, materi yang disusun sudah sesuai dengan silabus dan tujuan pembelajaran. Ahli materi banyak memberikan saran dalam penyusunan materi dan pengemasan materi. Dalam pengemasan diperlukan perbaikan agar lebih menarik karena desain pada *slide* terlalu simpel, hanya menggunakan desain yang tersedia pada *power point presentation*, tidak ada desain tambahan dan untuk contoh penerapan ilmu logika fuzzy pada kehidupan sehari-hari perlu ditambahkan.

Lambang atau simbol pada materi harus diketik ulang, tidak boleh menampilkan dari gambar. Hal ini untuk menghindari kesalahan pemahaman dan lambang atau simbol terlihat lebih jelas. Untuk materi yang memerlukan praktek seperti simulasi penggunaan MATLAB, penyampaian materi tidak hanya menggunakan video tutorial, dibutuhkan penambahan gambar-gambar tutorial beserta penjelasannya yang disajikan dengan ppt. Tabel yang terdapat materi juga perlu dibuat

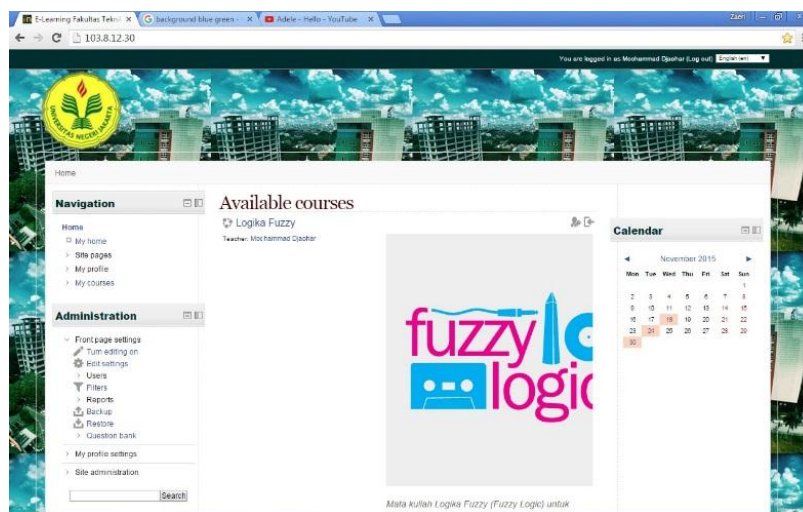
ulang, tidak mengambil dari gambar, dengan tujuan memperjelas isi dari tabel.

Secara keseluruhan, jumlah skor untuk aspek dari ahli media dan ahli materi menunjukkan *e-learning* berbasis *Moodle* masuk pada kriteria layak.

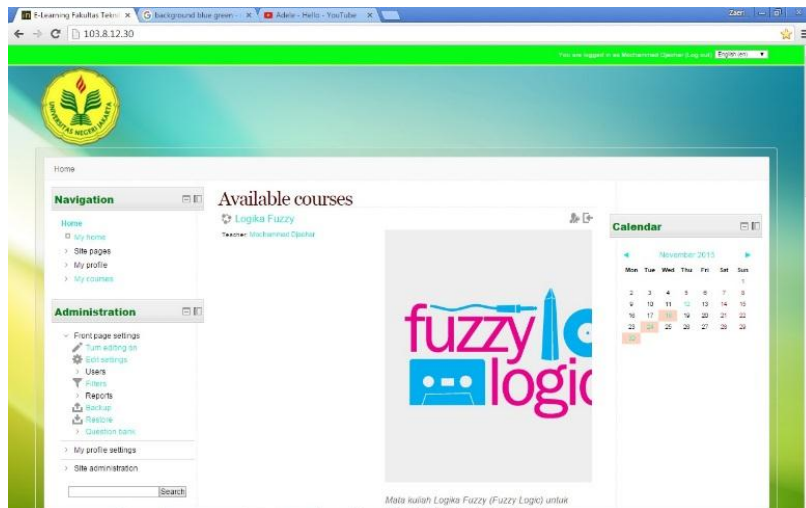
4.1.1.4 Hasil Revisi Desain

Perbaikan pada *e-learning* berbasis *Moodle* sesuai dengan saran dan masukan yang diberikan oleh ahli media dan ahli materi. Perbaikan dilakukan agar *e-learning* siap untuk di uji coba. Berikut uraian saran dari ahli dan perbaikan yang dilakukan.

a. Media



Gambar 4.32 Tampilan Menu *Home* Setelah *Login*

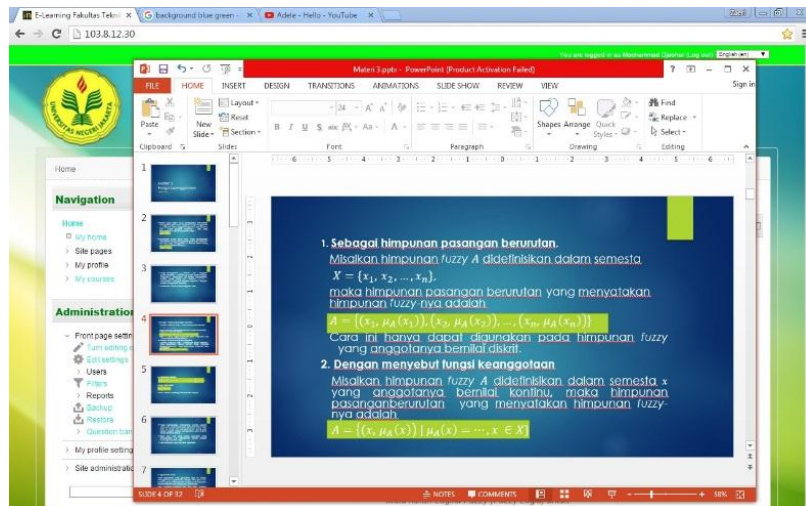


Gambar 4.33 Merubah Kombinasi Warna Pada *E-Learning*

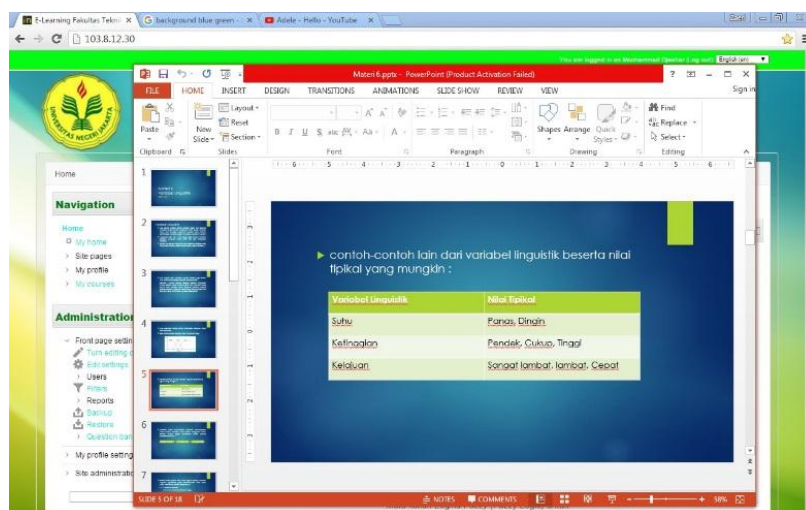
b. Materi



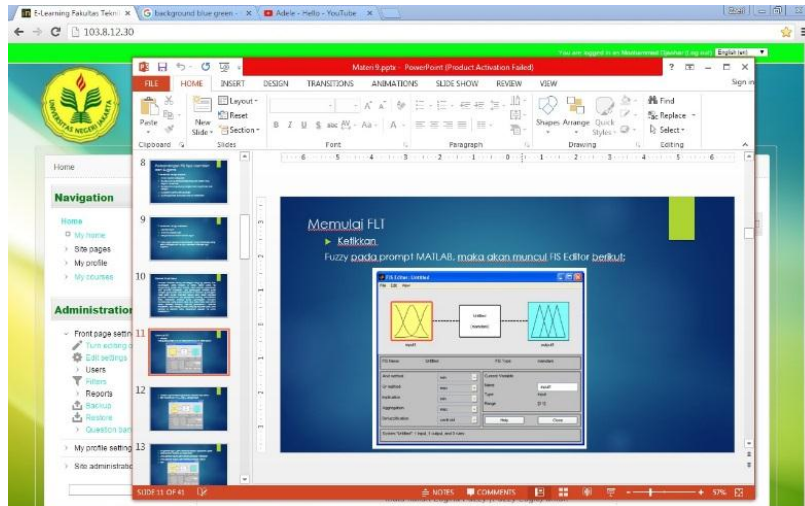
Gambar 4.34 Tampilan *Power Point*



Gambar 4.35 Penambahan Lambang Dan Simbol Matematika Di Materi Tertentu



Gambar 4.36 Penambahan Tabel Di Materi Tertentu



Gambar 4.37 Penambahan Gambar Tutorial Di Materi Kesembilan

4.1.1.5 Hasil Uji Coba Skala Kecil

Uji coba skala kecil dilakukan untuk mengetahui tanggapan dan masukan dari mahasiswa yang dibutuhkan untuk penyempurnaan *e-learning*. Uji coba dilakukan dalam 1 kali pertemuan dengan jumlah sampel sebanyak 10 orang mahasiswa.

Uji coba dimulai dari pembuatan akun baru, mendaftar mata kuliah, mengunduh *file* materi, mengikuti kelas virtual, mengerjakan tugas, mengikuti forum diskusi, dan mengikuti ujian *online*.

Untuk mendaftar akun baru mahasiswa diminta untuk mengisi beberapa data. Data untuk *username*, *password*, *e-mail*, *city*, dan *country* dibebaskan. Untuk data *first name* diisi nama dari mahasiswa dan untuk *surename* diisi nomer induk mahasiswa atau nomer registrasi mahasiswa, dikarenakan yang akan tampil pada *e-learning* adalah *first name* dan *surename*. Berikut gambar beserta uraian alur uji coba skala kecil yang dilakukan mahasiswa.

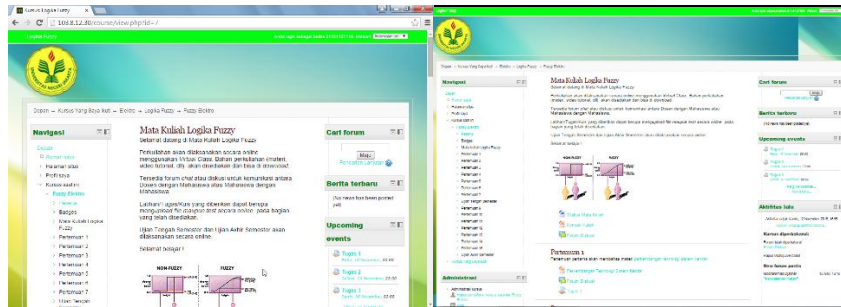
Gambar 4.38 Pendaftaran Akun Baru



Gambar 4.39 Tampilan Halaman Awal Setelah Login

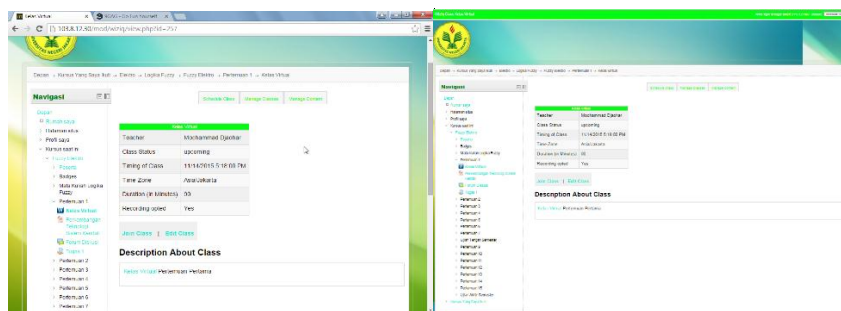
Pendaftaran mata kuliah dilakukan dengan cara *self enrolment* yaitu mahasiswa melakukan pendaftaran sendiri tanpa menunggu konfirmasi dari dosen untuk masuk ke dalam mata kuliah.

Gambar 4.40 Pendaftaran Mata Kuliah

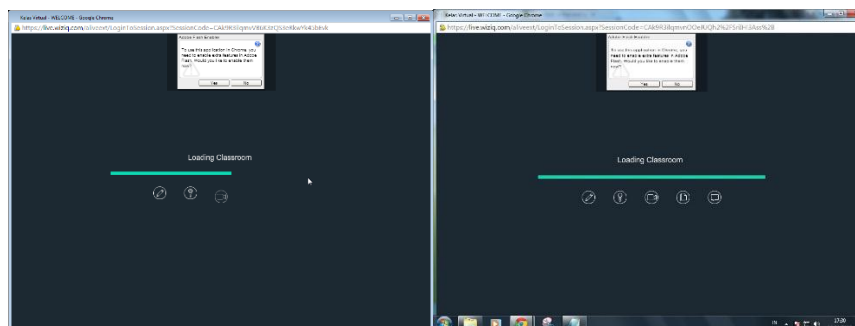


Gambar 4.41 Tampilan Halaman Mata Kuliah Logika Fuzzy

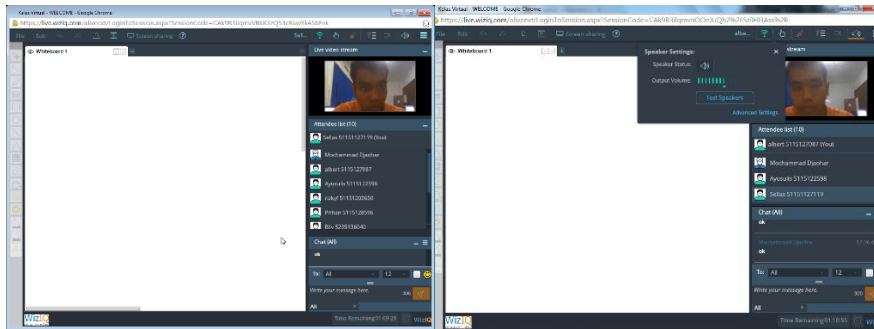
Kelas Virtual dilaksanakan selama 90 menit dengan membahas materi perkembangan teknologi sistem kendali untuk pertemuan pertama dan diakhir penjelasan materi akan ditampilkan media video pengenalan penggunaan MATLAB untuk Logika Fuzzy.



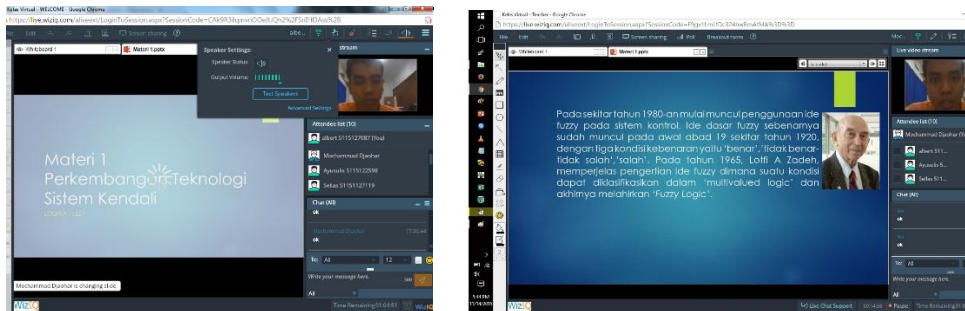
Gambar 4.42 Mengikuti Kelas Virtual Pada Pertemuan 1



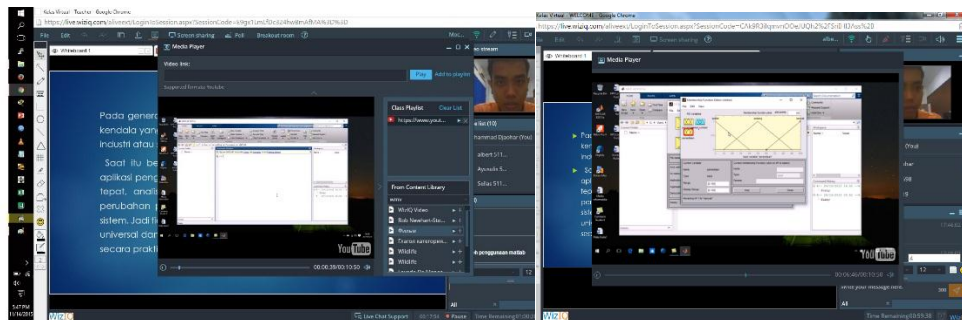
Gambar 4.43 Proses Memasuki Kelas Virtual



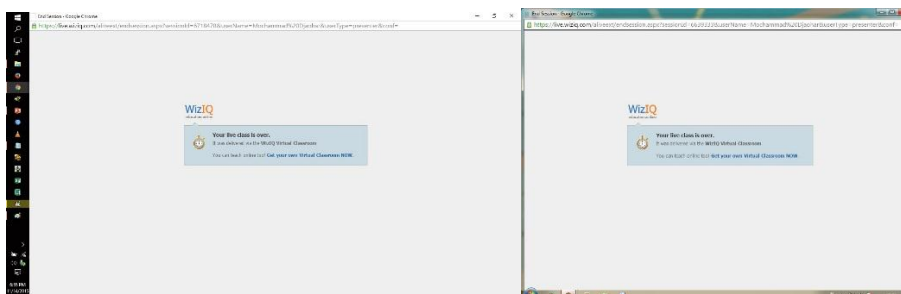
Gambar 4.44 Tampilan Di Dalam Kelas Virtual



Gambar 4.45 Penggunaan *Power Point* Di Dalam Kelas Virtual



Gambar 4.46 Penggunaan Media Video Di Dalam Kelas Virtual

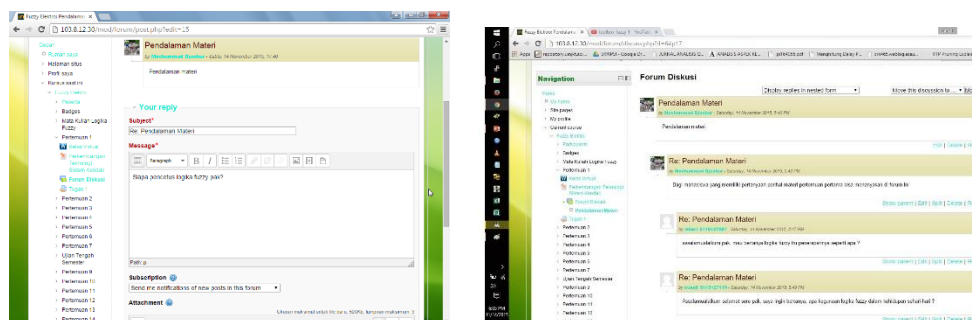


Gambar 4.47 Tampilan Kelas Virtual Telah Usai

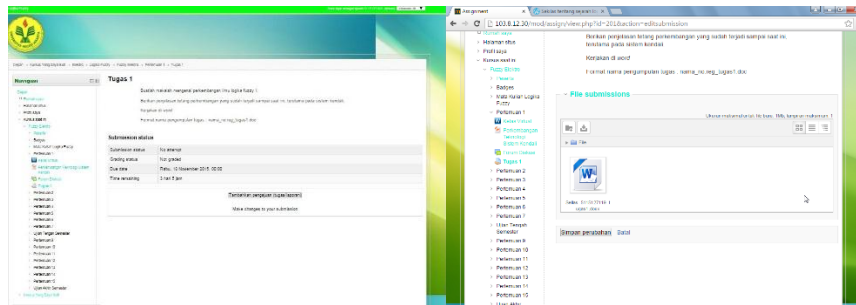
Tabel 4.1 Daftar Kehadiran Dari Kelas Virtual

No.	Attendee Name	Entry Time	Exit Time	Attended Time
1	Sellas 51151127119	Nov-12-2015 03:31:00	Nov-12-2015 04:48:00	77 Minutes
2	khairunnisa 5115127103	Nov-12-2015 03:35:00	Nov-12-2015 04:48:00	73 Minutes
3	rizkyf 51151203650	Nov-12-2015 03:32:00	Nov-12-2015 04:48:00	76 Minutes
4	Ayusulis 5115122598	Nov-12-2015 03:30:00	Nov-12-2015 04:48:00	77 Minutes
5	Novalina 5115127112	Nov-12-2015 03:36:00	Nov-12-2015 04:48:00	72 Minutes
6	albert 5115127087	Nov-12-2015 03:30:00	Nov-12-2015 04:48:00	78 Minutes
7	Mochammad Djaohar	Nov-12-2015 03:29:00	Nov-12-2015 04:48:00	78 Minutes
8	maudi 5115127119	Nov-12-2015 03:36:00	Nov-12-2015 04:48:00	72 Minutes
9	Prihan 5115128596	Nov-12-2015 03:32:00	Nov-12-2015 04:48:00	75 Minutes
10	syuaib 5115127103	Nov-12-2015 03:33:00	Nov-12-2015 04:48:00	74 Minutes
11	Bily 5235136040	Nov-12-2015 03:33:00	Nov-12-2015 04:48:00	75 Minutes

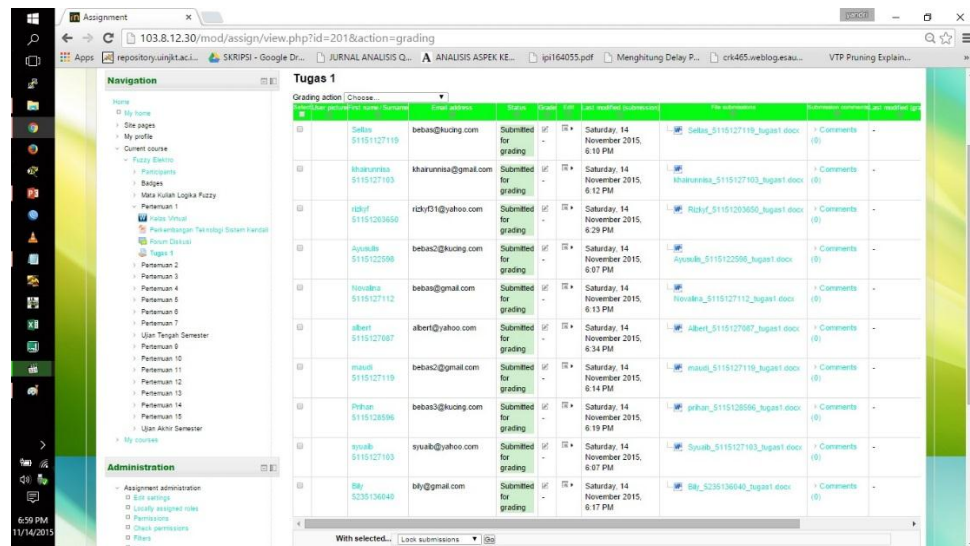
Forum diskusi membahas materi pada pertemuan pertama.

**Gambar 4.48 Tampilan Proses Mengikuti Forum Diskusi**

Tugas yang diberikan adalah membuat makalah mengenai perkembangan teknologi sistem kendali saat ini.

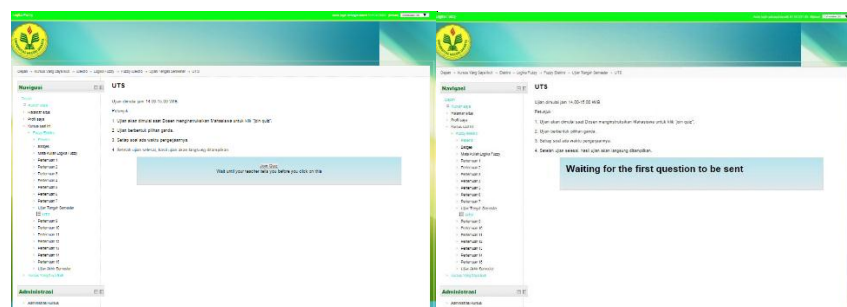


Gambar 4.49 Mengunggah *File* Tugas

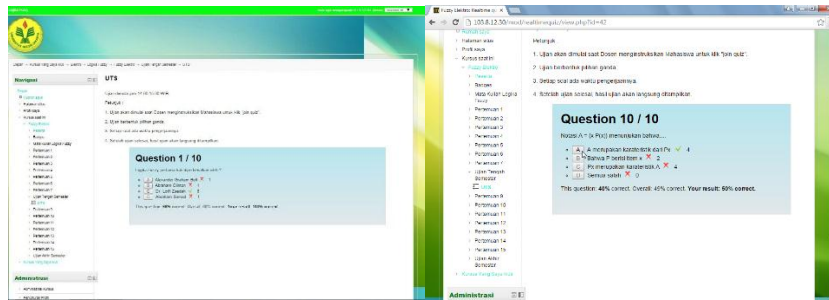


Gambar 4.50 Tampilan Rekap Pengumpulan Tugas

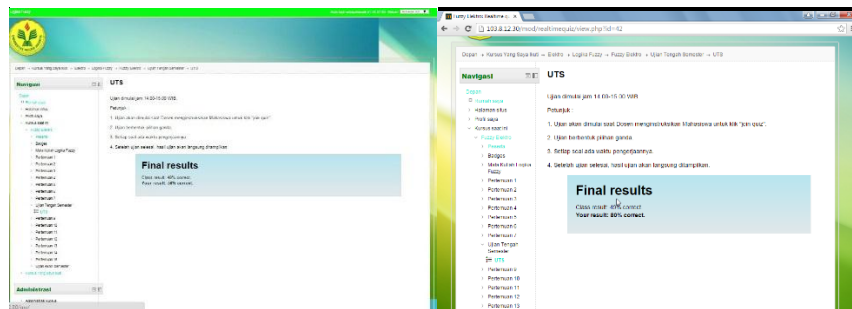
Ujian *online* dilaksanakan selama 60 menit dengan butir soal berjumlah 10 soal.



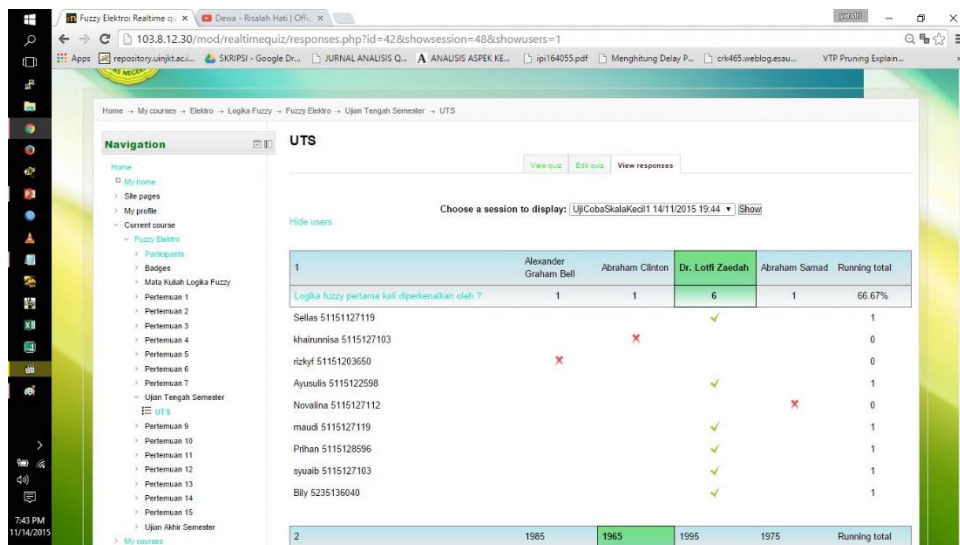
Gambar 4.51 Proses Mengikuti Ujian *Online* (1)



Gambar 4.52 Proses Mengikuti Ujian Online(2)



Gambar 4.53 Ujian Online Selesai



Gambar 4.54 Tampilan Rekap Hasil Ujian Persoal

Rank	Username	Score
1.	albert.123456789	100
2.	ayunika.123456789	100
3.	ally.123456789	100
4.	marjorie.123456789	100
5.	maria.123456789	100
6.	marlene.123456789	100
7.	pride.123456789	100
8.	ronny.123456789	100
9.	salma.123456789	100
10.	sarah.123456789	100

Average class score is 48%

Gambar 4.55 Tampilan Rekap Keseluruhan Hasil Ujian

Instrumen yang digunakan adalah angket tanggapan kelayakan *e-learning* oleh mahasiswa. Hasil angket tanggapan mahasiswa terhadap pengembangan *e-learning* berbasis *Moodle* untuk pembelajaran mata kuliah Logika Fuzzy dijabarkan di lampiran.

Dari hasil angket dapat diketahui bahwa dari 25 pertanyaan yang ada, 15 pertanyaan mendapat prosentase dengan kriteria sangat baik dan 10 pertanyaan mendapat prosentase dengan kriteria baik.

4.1.1.6 Produk Final *e-learning*

Hasil akhir pengembangan produk *e-learning* berbasis *Moodle* adalah sebagai berikut. Produk *e-learning* ini berada pada menu di dalam *website* dengan alamat IP 103.8.12.30. Seri *e-learning* yang dikembangkan adalah *Moodle 2.6*. *Website e-learning* berisi 4 menu, yaitu *Home*, *Site pages*, *My course*, dan kelas *Logika Fuzzy*. Pilihan menu terdapat pada bagian bawah logo Universitas Negeri Jakarta. Hasil akhir tampilan *e-learning* pada *website* tertera pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Gambar Produk Final Tampilan *E-Learning* Beserta Uraian

No	Aspek	Uraian	Gambar No.
1	Tampilan Muka (Interface)	Tampilan <i>home</i> sebagai tampilan awal <i>website e-learning</i>	4.56
		Tampilan <i>profile</i> pengguna <i>e-learning</i> bagi yang sudah mendaftar dan mendapat <i>id</i> sebagai <i>user</i>	4.57
		Tampilan <i>home</i> kelas logika setelah <i>login</i>	4.58
2	<i>Resource</i>	Berisikan format materi pembelajaran dalam format .ppt	4.59
		Berisikan format materi pembelajaran dalam media video	4.60
3	<i>Acitivities</i>	Berisikan fasilitas <i>assignments</i> kegiatan yang mendukung pembelajaran	4.61
		Berisikan fasilitas <i>forum</i> kegiatan yang mendukung pembelajaran	4.62
		Berisikan fasilitas <i>virtual class Wiz IQ</i> kegiatan yang mendukung pembelajaran	4.63
		Berisikan fasilitas kegiatan <i>Real Time Quiz</i> yang mendukung pembelajaran	4.64

4.2 Pembahasan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan produk ADDIE. Tahap-tahap penelitian ini adalah 1) *Analysis*, 2) *Design*, 3) *Development*, 4) *Implementation*, 5) *Evaluation*. Pengembangan *e-learning* berbasis *Moodle* adalah salah satu cara untuk membantu dalam kekurangan yang terjadi dalam proses pembelajaran secara tatap muka.

Produk *e-learning* berbasis *Moodle* dikatakan layak apabila telah memenuhi kelayakan *e-learning*. Kelayakan *e-learning* ditinjau dari bidang media dan

bidang materi dengan memperoleh skor yang termasuk dalam kriteria layak, dan tanggapan mahasiswa minimal baik, serta respon baik dari dosen.

4.2.1 Hasil Pengembangan *e-learning* berbasis Moodle untuk Pembelajaran

Mata Kuliah Logika Fuzzy

Pada pengembangan *website e-learning* berbasis Moodle, peneliti dibantu oleh 2 orang teman yang terlibat dalam pengembangan *e-learning* ini. Langkah awal mendesain *e-learning* adalah dengan mengumpulkan berbagai sumber dan membuat isi *resources* dari referensi buku dan *link web* untuk video.

Dalam menyusun materi *slide power point* digunakan untuk penyampain isi materi dan video tutorial untuk materi tambahan terkait mata kuliah Logika Fuzzy. Selanjutnya adalah *download file Moodle* dalam format .zip di www.Moodle.org, untuk dapat melanjutkan pengembangan *e-learning*. Setelah bahan untuk *content e-learning* telah lengkap, langkah berikutnya adalah menyiapkan *hosting* dan *domain*. Alamat IP diberikan oleh UPT Pustikom UNJ dan penyimpanan berupa server beserta pengembangannya di UPT Pustikom UNJ.

Di tahap validasi ahli, peneliti menjelaskan desain *e-learning* yang dikembangkan. Hasil penilaian dari ahli media berada pada kriteria sangat layak dengan skor sebesar 132 dari skor maksimal 160 dan hasil penilaian dari ahli materi berada pada kriteria layak dengan skor sebesar 95 dari skor maksimal 120.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa desain tampilan *e-learning* masih kurang menarik, perlu ada pemilihan tema dan kombinasi warna yang lebih menarik agar menampilkan unsur dari mata kuliah dan menambah

daya tarik *e-learning*. Untuk sistem navigasi juga perlu diperbaiki agar lebih efisien. Setelah *user login*, *user* langsung masuk ke menu *My home* yang isinya sama dengan *My course* yaitu mata kuliah yang diambil. Sedangkan ditampilkan pilihan menu terlihat menu *Home* berada di bawah menu *My home* dan menu *My course* juga berada di bawahnya. Seharusnya tidak perlu ada menu yang isinya sama, sehingga menimbulkan kebingungan. Untuk mengatasinya pada revisi selanjutnya admin dalam *e-learning* merubah sistem navigasi yaitu setelah *user login* maka akan masuk pada menu *Home website* dan pada tampilan pilihan menu tidak ada menu *My home*, hanya ada menu *My course*. Pada penggunaan kelas virtual *WizIQ* masih perlu diperhatikan hasil video rekaman kelas. Kualitas jaringan saat uji coba mempengaruhi kualitas dari rekaman video. Bila kualitas video tidak bagus maka tidak dapat digunakan untuk *review* kelas.

Dari segi materi penilaian meliputi kesesuaian dengan kurikulum/silabus dan kompetensi dasar, kejelasan tujuan pembelajaran, kesesuaian penggunaan lambang atau simbol, kemudahan untuk dipahami, contoh pada penerapan kehidupan sehari-hari, dan kelengkapan pendukung. Berdasarkan hasil penilaian materi dapat diketahui bahwa masih ada kekurangan dari segi materi. Contoh penerapan ilmu logika fuzzy pada kehidupan sehari-hari perlu ditambahkan agar meningkatkan pemahaman. Untuk desain materi pada *power point* juga membutuhkan revisi agar lebih terlihat menarik. Secara keseluruhan materi sudah dalam kriteria layak.

Hasil dan saran dari penilaian ahli selanjutnya dijadikan acuan melakukan revisi. Setelah dilakukan revisi, tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba produk. Uji coba skala kecil dilakukan dalam 1 kali pertemuan dengan sampel

10 mahasiswa yang sudah pernah mengikuti dan lulus dalam mata kuliah Logika Fuzzy. Uji coba pengembangan produk merupakan salah satu aktivitas yang tujuannya adalah mencari sebanyak-banyaknya kesalahan atau *error*. Uji coba meliputi mendaftarkan akun baru, mendaftar pada mata kuliah, penggunaan kelas virtual, penggunaan forum diskusi, penggunaan *link* video, download materi, dan penggunaan ujian *online*.

Evaluasi untuk memastikan kualitas produk final *e-learning* dilakukan dengan meminta tanggapan dari Mahasiswa dan dosen dengan dilakukan secara terpisah.

4.2.2 Data Tanggapan Mahasiswa

Secara keseluruhan mahasiswa memberi tanggapan sangat baik. Berdasarkan angket atau kuisioner dapat diketahui bahwa seluruh mahasiswa menganggap *e-learning* berbasis *Moodle* sudah cukup untuk membantu dalam proses pembelajaran Logika Fuzzy. Tampilan *e-learning* juga menarik dan sesuai dengan profil UNJ sehingga memenuhi kriteria *website* pembelajaran di UNJ. Menurut mahasiswa, *website e-learning* berbasis *Moodle* ini dapat dijadikan alternatif model pembelajaran jarak jauh dan penunjang proses pembelajaran di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro serta bisa dimanfaatkan oleh program studi lain yang berada di Jurusan Teknik Elektro, seperti Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Pendidikan Teknik Elektronika, dan D3 Teknik Elektro.

4.2.3 Data Tanggapan Dosen

Dosen yang memberikan tanggapan adalah 3 orang dosen Universitas Negeri Jakarta, yaitu dosen di PTIK dan di Fakultas MIPA yang salah satunya

dosen Logika Fuzzy. Hasil dari tanggapan dosen yaitu bahwa LMS dengan format *Moodle* adalah yang paling menarik dan populer untuk digunakan sebagai *e-learning* berbasis *website*. Penggunaannya yang mudah dan dapat digunakan dengan *operating system* apa saja. Hanya saja, menurut dosen, salah satu kendala saat proses pembelajaran adalah koneksi internet yang terkadang lambat. Selain itu penerapan *e-learning* juga hanya bisa dilakuakn di instansi yang memiliki fasilitas komputer dan koneksi internet yang baik.

Untuk *e-learning* yang sudah dikembangkan, fitur modul dan materi yang ada sudah sesuai untuk digunakan pada pembelajaran Logika Fuzzy.

Selain beberapa kelebihan yang dikemukakan dari hasil penerapan *e-learning* berbasis *Moodle* terdapat beberapa kekuarangan dalam penelitian ini. Kekurangan pada teknis pelaksanaan penelitian meliputi belum sampai kepada uji coba skala besar hingga mendapatkan hasil belajar mahasiswa, karena keterbatasan tidak dibukanya kelas Logika Fuzzy pada Prodi Pendidikan Teknik Elektro di semester 103. Kekurangan yang lain adalah sumber daya manusia dosen yang mengampu mata kuliah Logika Fuzzy di Universitas Negeri Jakarta. Sehingga kurangnya ahli dalam menguji *e-learning* yang dikembangkan ini.

Mahasiswa juga sangat mempengaruhi pelaksanaan *e-learning*, untuk itu dibutuhkan sosialisasi sehingga lingkungan pembelajaran *online* dapat terlaksana dengan baik. Serta dukungan internet yang baik juga diperlukan untuk menunjang *e-learning* yang dikembangkan ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan dan hasil penelitian yang dijabarkan pada Bab IV, maka dapat dikemukakan simpulan penelitian sebagai berikut.

1. Produk final *e-learning* berbasis *Moodle* yang sesuai atau cocok untuk mata kuliah Logika Fuzzy berisi modul kelas virtual, *powerpoint presentation*, forum diskusi, *assignment*, video, dan ujian online dengan modul *Real Time Quiz*.
2. Produk final *e-learning* berbasis *Moodle* untuk mata kuliah Logika Fuzzy dalam kriteria sangat baik dan baik. Maka *e-learning* ini cocok dan layak untuk digunakan dalam mata kuliah Logika Fuzzy

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan yang dikemukakan diatas, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

1. Diharapkan dosen meningkatkan kemampuan pengelolaan *e-learning* agar fungsi *e-learning* dapat dioptimalkan
2. *E-learning* berbasis *Moodle* dapat diteruskan atau dikembangkan lebih baik pada penelitian berikutnya untuk mengukur ranah kognitif, afektif, dan psikomotor.
3. Pengembangan produk *e-learning* berbasis *Moodle* pada penelitian berikutnya hendaknya dilengkapi dengan uji coba skala besar dan uji coba penerapan *blended learning*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiroh. 2012. *Membangun e-learning dengan Learning Management System Moodle*. Sidoarjo : PT Berkah Mandiri Globallindo.
- Ariani, Niken dan Dany Haryanto. 2010. *Pembelajaran Multimedia di Sekolah*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Benny, S. P. 2011. *Rancang Bangun Dan Implementasi Multimedia Interactive Based Learning Pada Platform ePesantren berbasis LMS*. Jurnal UI.
- Dwi, S. H. 2013. *Membangun Course E-learning Berbasis Moodle*. Yogyakarta : UNY Press.
- [FT UNJ] Fakultas Teknik. 2012. *Pedoman Penulisan Skripsi, Komprehensif, dan Karya Inovatif Program Sarjana*. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Ferdinand, F. X. 2009. *Integrasi Learning Management System ILIAS dengan Esai Online Simple-O*. Jurnal UI.
- Haryanto. 2011. *Peningkatan Kemampuan Penalaran Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Permasalahan Tervisualisasi*. Jurnal Edukasi vol.7 no.2.
- Husamah. 2014. *Pembelajaran Bauran (Blended Learning)*. Jakarta: Prestasi Putakarya.
- Kamarga, H. 2002. *Belajar Sejarah Melalui e-learning*, Jakarta: Intimedia.
- Kukuh, S. P. 2006. *Membangun E-Learning dengan Moodle*, Yogyakarta : ANDI.
- Kusumadewi, S. 2002. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

- Naba, A. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta : ANDI.
- Prasetyo, Z. 2012. *Pengembangan Berbasis Penelitian (Research dan Development)*, Surakarta : Program Pascasarjana Univeristas Negeri Sebelas Maret.
- Prawiradilaga. 2004. *Mozaik Teknologi Pendidikan*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Suharsimi, A. 2002. *Prosuder Penelitian Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Susilo, F. 2003. *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Tasri, L. 2011. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Web*. Jurnal Medtek.
- [UNJ] Univeritas Negeri Jakarta. 2011. *Pedoman Akademik 2011/2012 Universitas Negeri Jakarta*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.
- Widhiarta. 2009. *Pemanfaatan E-learning sebagai Alternatif Pengganti Pelatihan Tatap Muka bagi Pendidik dan Tenaga Kependidikan Nonformal*. Jurnal visi vol.4 no.2.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Profil Program Studi Pendidikan Teknik Elektro



Program studi Pendidikan Teknik Elektro memiliki izin penyelenggaraan No.136/DIKTI/Kep/2007 tanggal 21 September 2007. Akreditasi program studi dari hasil akreditasi oleh BAN adalah B dengan masa berlaku dari tanggal 08 Oktober 2010 sampai dengan 08 Oktober 2015. No.SK 020/BAN-PT/Ak-XIII/S1/XI/2010 tanggal 08 Oktober 2010. Gelar lulusan adalah Sarjana Pendidikan (S.Pd.). Program studi Pendidikan Teknik Elektro diarahkan pada usaha, 1) Menghasilkan lulusan S1 sarjana kependidikan program studi keahlian Teknik Elektro yang mampu bekerja di bidang pendidikan formal dan non formal, 2) Menghasilkan lulusan sarjana kependidikan yang memiliki kompetensi dibidang pendidikan kejuruan, 3) Menghasilkan lulusan sarjana kependidikan yang memiliki kompetensi di bidang teknik ketenagalistrikan, melanjutkan jenjang pendidikan yang lebih tinggi, kewirausahaan, manajemen, dan kemampuan komunikasi.

Kompetensi lulusan terdiri dari pedagogik, kepribadian, profesional, dan sosial. Mahasiswa dapat lulus dari program studi jika telah menempuh 144 SKS. Ada lima konsentrasi atau peminatan yaitu teknik pembangkit tenaga listrik, teknik transmisi dan distribusi tenaga listrik, teknik instalasi tenaga listrik, teknik otomasi industri, dan teknik pendingin. Kerjasama yang dilakukan oleh Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro antara lain dengan

PT. PLN, PT. AEG Indonesia, PT. Kabelindo Murni, PT. OMRON, dan lain-lain. Institusi pasangan untuk pendukung PBM dan pengembangan program studi adalah : SMKN, kelompok teknologi, dan industri di DKI Jakarta (diambil dari Buku Pedoman Akademik UNJ Tahun 2011/2012).

Lampiran 2. Profil Pustikom



Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi (Pustikom) merupakan salah satu pusat yang mengelola pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk mendukung kegiatan pendidikan, penelitian, pengabdian kepada masyarakat, penyimpanan dan pengolahan data serta dukungan bagi manajemen universitas. Pustikom berlokasi di gedung D kampus A Universitas Negeri Jakarta (UNJ). Pustikom UNJ dibentuk berdasarkan SK Rektor UNJ No.166/SP/2013 tentang “Penghapusan UPT PPTI dan Pembentukan Pustikom UNJ”. Pustikom berfungsi untuk pengembangan teknologi informasi dan komunikasi universitas, mendukung operasional, dan mendukung data dan informasi untuk pengambilan keputusan pimpinan dan strategi pengembangan universitas (diambil dari draft SOTK UNJ 2013).

Lampiran 3. Tabel 2.1 Studi Perbandingan LMS

OPEN SOURCE LEARNING MANAGEMENT SYSTEM	MOODLE	Atutor	DOKEOS	OLAT
Mendukung dan Menyesuaikan Standar (AICC, SCORM)	Mendukung paket konten SCORM dan IMS	Mendukung paket konten SCORM dan IMS	Mendukung paket konten SCORM dan IMS. Kemampuan mengimpor course LMS yang berbeda dalam format SCORM	SCORM, paket konten IMS dan mendukung QTI
Mendukung Multi-Bahasa	Mendukung 77 bahasa asing yang berbeda	Mendukung 64 bahasa asing yang berbeda	Mendukung 5 bahasa asing yang berbeda	Mendukung 14 bahasa asing yang berbeda
Ujian Online	Mendukung 10 tipe pertanyaan berbeda dapat disiapkan berdasarkan jam, tanggal, dan batasan durasi. Termasuk pilihan "Secure Window untuk ujian"	Mendukung 8 tipe pertanyaan berbeda dapat disiapkan berdasarkan jam, tanggal, dan batasan durasi	Mendukung 6 tipe pertanyaan yang tidak dapat disiapkan berdasarkan jam, tanggal dan batasan durasi	Mendukung 4 tipe pertanyaan berbeda yang tidak dapat disiapkan berdasarkan jam, tanggal dan batasan durasi.
Mendukung XML	Ada	Ada	Tidak ada	Tidak Ada
Obrolan dan Kelompok kerja	Termasuk Obrolan dan fasilitas pembuat kelompok. Masing-masing pengguna dapat bekerja dengan kelompoknya	Termasuk obrolan dan fasilitas pembuat kelompok	Termasuk obrolan dan fasilitas pembuat kelompok	Tidak termasuk obrolan dan fasilitas pembuat kelompok. Konten course dapat dipisah berdasarkan kelompok
Kemudahan Instalasi dan Perawatan	Instalasi dan perawatan dokumen dapat dilakukan dari moodle.org dan situs berbeda	Tidak cukup instalasi dan pemeliharaan dokumen	Hanya termasuk instalasi berbasis flash dan dokumen pengenalan di halaman awal	Tidak cukup instalasi dan pemeliharaan dokumen
Tindak Lanjut dari Proses Belajar Siswa	Link yang dikunjungi, konten, sumber dan semua kegiatan yang dilakukan oleh pengunjung dapat dilihat rincinannya berdasarkan tanggal	Link yang dikunjungi dan penggunaan konten oleh pengguna dapat dilihat secara statistic	Link yang dikunjungi dan penggunaan konten oleh pengguna dapat dilihat secara statistic	Link yang dikunjungi, konten, sumber dan semua kegiatan yang dilakukan oleh pengunjung dapat dilihat rincinannya berdasarkan tanggal
Termasuk pengembangan konten dan pembuat	Terdapat HTML berbasis editor konten.	Terdapat HTML berbasis editor konten. Tidak	Terdapat HTML berbasis editor konten. Tidak	Terdapat HTML berbasis editor konten. Tidak

konten/perangkat, pengeditan, dan modularitas	Halaman course dapat diedit sebagai halaman html dan aplikasi baru dapat ditambahkan sebagai modul	memiliki struktur modular	memiliki struktur modular	memiliki struktur modular
Otentikasi pengguna	Selain database sendiri, data dapat berada dalam server yang berbeda : seperti LDAP, IMAP	Password pengguna berada dalam database	Password pengguna berada dalam database	Password pengguna berada dalam database
Mendukung Survey dan Forum	ada	ada	ada	ada
Kalender	Course dapat diikuti melalui kalender. Course dapat diatur mingguan	Tidak ada	Tidak ada	Terdapat kalender yang dapat digunakan sebagai agenda
Mendukung <i>Video Conference</i>	Ada juga terdapat aplikasi “WhiteBoard”. Untuk moodle versi 1.6 dan di atasnya terdapat modul WiziQ live Class	Tidak ada	100 pengguna dapat terhubung di waktu yang sama dan tidak memiliki aplikasi “White Board”	Tidak ada
<i>Backup Tools</i>	Sistem dapat melakukan backup secara otomatis dalam waktu dan tanggal yang dibutuhkan. Setiap modul dapat di-backup secara terpisah	Semua konten course dapat di-backup secara manual. Modul tidak dapat di-backup secara terpisah	Semua konten course dapat di-backup secara manual. Modul tidak dapat di-backup secara terpisah	Semua konten course dapat di-backup secara manual. Modul tidak dapat di-backup secara terpisah
Kebutuhan sistem	Apache, MySQL, dan PHP	Apache, MySQL, dan PHP	Apache, MySQL, dan PHP	Java 1.5, Tomcat 5, MySQL 4.1, Apache 2.0 dan OpenFire 3.3
User Interface dan penggunaan yang mudah	Sangat baik. Menurut profil mereka, pengguna dapat mengubah informasi dan menu dengan user interface yang memberikan kesempatan untuk desain theme/skin memungkinkan	Memiliki desain menu yang baik. Sangat sleek, mudah diubah oleh individu pengguna (misalnya, lokasi menu, ikon vs teks, font, warna)	Memiliki desain menu yang baik	Memiliki desain menu yang rumit

	untuk kemudahan font/warna/tata letak, dll sesuai dengan kebutuhan lokal			
Mendukung Multiple input (Multimedia dsb)	Terdapat SCORM, paket konten IMS, MPEG, MOV, JavaScript berbasis dukungan konten	Terdapat SCORM, paket konten IMS, office file, MPEG, MOV, MP3, dukungan flash	Terdapat SCORM, paket konten IMS, office file, MPEG, dukungan flash	Tidak ada dukungan multimedia
Frekuensi penggunaan	73.000 pengguna terdaftar	23.925 pengguna terdaftar	600 organisasi terdaftar	150 organisasi terdaftar

Lampiran 4. Silabus Mata Kuliah Logika Fuzzy

SILABUS MATA KULIAH

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Kode Mata Kuliah : 5115-131-2
Nama Mata Kuliah : Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*)
Jumlah SKS : 2 (Dua)
Semester : V
Mata Kuliah Prasyarat : -
Dosen Pengampu : Mohammad Djaohar, S.T., M.Sc.
Deskripsi Mata Kuliah :

Tujuan mata kuliah ini untuk membekali mahasiswa agar dapat mengoperasikan sistem kendali berbasis elektromekanik, mengoperasikan sistem kendali elektronik, memahami konsep logika fuzzy (*fuzzy logic*) dan aplikasinya, memahami sistem kerja pengendali berbasis *fuzzy logic*.

Standar Kompetensi :

Mahasiswa dapat mengoperasikan sistem kendali berbasis elektromekanik, mengoperasikan sistem kendali elektronik, memahami konsep logika fuzzy (*fuzzy logic*) dan aplikasinya, memahami sistem kerja pengendali berbasis *fuzzy logic*.

Kompetensi Dasar	Indikator	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Estimasi Waktu (Menit)	Alat/Bahan/ Sumber Belajar	Penilaian
Memahami perkembangan teknologi sistem kendali	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Mengetahui perkembangan teknologi sistem kendali 2. Mengetahui dan memahami perkembangan teknologi berbasis sistem fuzzy 3. Mengetahui alasan penggunaan logika fuzzy	1. Pengantar perkembangan teknologi sistem kendali 2. Pengantar logika fuzzy	1. Sejarah perkembangan teknologi sistem kendali, logika fuzzy, dan contohnya 2. Alasan utama pengembangan teknologi berbasis sistem fuzzy 3. Alasan penggunaan logika fuzzy	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas

Kompetensi Dasar	Indikator	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Estimasi Waktu (Menit)	Alat/Bahan/ Sumber Belajar	Penilaian
Membedakan logika fuzzy dan logika tegas	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Mengetahui perbedaan logika fuzzy dan logika tegas 2. Menjelaskan perbedaan logika fuzzy dengan logika tegas dalam kehidupan 3. Menjelaskan perbedaan logika fuzzy dengan logika tegas melalui gambar grafik	1. Logika fuzzy 2. Logika tegas (<i>crisp logic</i>) 3. Perbedaan logika fuzzy dan logika tegas	1. Pengertian logika fuzzy 2. Pengertian logika tegas 3. Himpunan tegas 4. Himpunan fuzzy 5. Perbedaan logika fuzzy dan logika tegas dalam kehidupan digambarkan dengan grafik	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas

Kompetensi Dasar	Indikator	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Estimasi Waktu (Menit)	Alat/Bahan/ Sumber Belajar	Penilaian
Menerapkan fungsi keanggotaan	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Menjelaskan definisi himpunan fuzzy 2. Memahami fungsi keanggotaan 3. Membuat representasi kurva	1. Pendahuluan fungsi keanggotaan 2. Representasi Linear	1. Representasi kurva segitiga 2. Representasi kurva trapesium 3. Representasi kurva bentuk bahu 4. Representasi kurva-s 5. Representasi bell curve 6. Representasi kurva BETA 7. Representasi kurva GAUSS 8. Koordinat keanggotaan	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas
Memahami relasi fungsi pada logika fuzzy	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Menjelaskan relasi himpunan fuzzy 2. Memahami teknik dan fungsi implikasi pada fuzzy	1. Relasi himpunan fuzzy 2. Penalaran monoton 3. Fungsi implikasi	1. Contoh-contoh relasi 2. Contoh implikasi monoton 3. Contoh fungsi implikasi	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas

Kompetensi Dasar	Indikator	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Estimasi Waktu (Menit)	Alat/Bahan/ Sumber Belajar	Penilaian
Menerapkan operasi matematika dan himpunan logika fuzzy	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Menerapkan operasi matematika logika fuzzy 2. Menerapkan operator dasar untuk operasi himpunan fuzzy	1. Aritmatika logika fuzzy 2. Operator dasar OR, AND, dan NOT	1. Analisis aritmatika logika fuzzy 2. Analisis operator dasar	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas
Memahami variabel linguistik	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Memahami variabel linguistik pada logika fuzzy	1. Pengertian variabel linguistik 2. Variabel fuzzy 3. Nilai linguistik	1. Contoh variabel dan dalam gambar grafik	1 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas
Memahami proses fuzzifikasi dan defuzzifikasi	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Memahami proses fuzzifikasi 2. Menerapkan proses fuzzifikasi 3. Memahami proses defuzzifikasi 4. Menerapkan proses defuzzifikasi	1. Fuzzifikasi 2. Defuzzifikasi	1. Studi kasus 2. Metode-metode defuzzifikasi	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas

Kompetensi Dasar	Indikator	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Estimasi Waktu (Menit)	Alat/Bahan/ Sumber Belajar	Penilaian
Memahami sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani dan Sugeno	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Menjelaskan metode mamdani 2. Menerapkan metode mamdani 3. Menjelaskan metode sugeno 4. Menerapkan metode sugeno	1. Metode Mamdani 2. Metode Sugeno	1. Tahapan metode mamdani 2. Proses defuzzifikasi mamdani 3. Proses defuzzifikasi sugeno 4. Model fuzzy sugeno orde-nol 5. Model fuzzy orde-satu	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas
Menerapkan Logika Fuzzy dengan Toolbox MATLAB	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Mengetahui cara simulasi fuzzy dengan Toolbox MATLAB 2. Menggunakan Toolbox MATLAB	1. Fuzzy Logic Toolbox 2. Membuat Logika Fuzzy dengan Metode Mamdani dan Sugeno	1. Command Lines 2. Graphical User Interface 3. FIS Editor 4. Perbandingan FIS Tipe Mamdani dan Sugeno	3 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Video Tutorial, Buku	Tugas
Memahami penggunaan fuzzy clustering	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Memahami penggunaan fuzzy clustering 2. Menerapkan fuzzy clustering	1. Ukuran fuzzy 2. Indeks kekaburan 3. Fuzzy C-Means (FCM) 4. Fuzzy Subtractive Clustering 5. Perbedaan FCM dan Subtractive	1. Algoritma FCM 2. Algoritma Subtractive Clustering	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas

Kompetensi Dasar	Indikator	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Estimasi Waktu (Menit)	Alat/Bahan/ Sumber Belajar	Penilaian
Menerapkan perancangan kontrol fuzzy	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan dapat: 1. Memahami perancangan kontrol fuzzy 2. Menerapkan perancangan kontrol fuzzy	1. Metode dan langkah perancangan 2. Membangun sistem kontrol fuzzy	1. Contoh perancangan dan pembangunan sistem kontrol fuzzy	2 x 50	Laptop, Powerpoint Presentation, Buku	Tugas

Daftar Pustaka :

1. Universitas Negeri Jakarta. 2011. *Pedoman Akademik 2011/2012 Universitas Negeri Jakarta*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta.
2. Naba, Agus. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta : ANDI.
3. Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Edisi-2. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Lampiran 5. Materi Logika Fuzzy

1. Materi 1 (Perkembangan Teknologi Sistem Kendali)

Materi 1 Perkembangan Teknologi Sistem Kendali

LOGIKA FUZZY

Pendahuluan

- ▶ Sejak Perang Dunia ke II, Teknologi Sistem Kendali (*Automatic Control System Engineering*) sangat berperan didalam memacu perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem Kendali dirancang untuk mengendalikan suatu sistem dinamik, sehingga karakteristik kerja sistem kendalian sesuai dengan persyaratan yang ditentukan.

- Sistem kendali melibatkan berbagai bidang keahlian, antara lain matematika, fisika, teknik elektro, teknik mesin dan teknik kimia. Hal ini karena, sistem kendalian dapat bersifat sistem mekanik, elektrik, kimia, thermik, fluidik, sosial-ekonomik dan lain-lain.

- Perkembangan sistem kendali seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem kendali dewasa ini berkembang pesat, terutama karena perkembangan metoda analisis dan perancangan, metoda sintesis dan realisasi, metoda komputasi, teknik pengolahan sinyal, komponen mikroelektronika dan komputer.

- Pada sekitar tahun 1980-an mulai muncul penggunaan ide fuzzy pada sistem kontrol. Ide dasar fuzzy sebenarnya sudah muncul pada awal abad 19 sekitar tahun 1920, dengan tiga kondisi kebenaran yaitu 'benar', 'tidak benar-tidak salah', 'salah'. Pada tahun 1965, Lotfi A Zadeh, memperjelas pengertian ide fuzzy dimana suatu kondisi dapat diklasifikasikan dalam 'multivalued logic' dan akhirnya melahirkan 'Fuzzy Logic'.



- ▶ Pada generasi pertama teknologi fuzzy, terdapat beberapa kendala yang ditemui untuk mengembangkan pada industri-industri atau sistem kendali yang telah ada.
 - ▶ Saat itu belum ada metodologi yang sistematis tentang aplikasi pengendali fuzzy, penentuan rancang bangun yang tepat, analisa permasalahan, dan bagaimana pengaruh perubahan parameter sistem terhadap kualitas unjuk kerja sistem. Jadi tidak bisa diharapkan suatu rancang bangun yang universal dan strategi optimasi fuzzy dapat segera digunakan secara praktis.
-
- ▶ Sebuah perusahaan mikroprosesor terkemuka, Motorola, dalam sebuah jurnal teknologi, pernah menyatakan "bahwa logika fuzzy pada masa-masa mendatang akan memainkan peranan penting pada sistem kendali digital". Pada saat yang bersamaan, pertumbuhan yang luar biasa terjadi pada industri perangkat lunak yang menawarkan kemudahan penggunaan logika fuzzy dan penerapannya pada setiap aspek kehidupan sehari-hari.
-
- ▶ Perusahaan Jerman Siemens yang bergerak diberbagai bidang teknik seperti otomatisasi industri, pembangkit tenaga, semikonduktor, jaringan komunikasi publik dan pribadi, otomotif dan sistem transportasi, sistem audio dan video, dan lain sebagainya, beberapa tahun belakangan ini telah membentuk kelompok riset khusus tentang fuzzy.
 - ▶ Tujuannya untuk melakukan penelitian dan pengembangan yang sistematis tentang logika fuzzy pada setiap aspek teknologi

- ▶ Meskipun logika fuzzy dikembangkan di Amerika dan Eropa, namun ia lebih populer dan banyak diaplikasikan secara luas oleh praktisi Jepang dengan mengadaptasikannya ke bidang kendali (control).
- ▶ Produk elektronik buatan Jepang yang menerapkan prinsip logika fuzzy, seperti mesin cuci, AC, dan lain-lain.
- ▶ Mengapa logika fuzzy yang ditemukan di Amerika malah lebih banyak ditemukan aplikasinya di negara Jepang?

- ▶ Salah satu penjelasannya:

Kultur orang Barat yang cenderung memandang suatu persoalan sebagai hitam - putih, ya - tidak, bersalah – tidak bersalah sukses-gagal, atau yang setara dengan dunia logika biner Aristoteles, sedangkan kultur orang Timur lebih dapat menerima dunia "abu-abu" atau fuzzy.

- ▶ Logika fuzzy menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti (*significance*)
- ▶ Logika fuzzy dikembangkan berdasarkan bahasa manusia (bahasa alami)
- ▶ Logika fuzzy diterapkan pada masalah- masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (*uncertainty*), ketidaktepatan (*imprecise*), noisy , dan sebagainya.

Contoh masalah ketidakpastian :

1. Seseorang dikatakan "tinggi" jika tinggi badannya lebih dari 1,7 meter.
 - ▶ Bagaimana dengan orang yang mempunyai tinggi badan 1,6999 meter atau 1,65 meter, apakah termasuk kategori orang tinggi?
 - ▶ Menurut persepsi manusia, orang yang mempunyai tinggi badan sekitar 1,7 meter dikatakan "kurang lebih tinggi" atau "agak tinggi".

2. Kecepatan "pelan" didefinisikan di bawah 20 km/jam.
 - ▶ Bagaimana dengan kecepatan 20,001 km/jam, apakah masih dapat dikatakan pelan? Manusia mungkin mengatakan bahwa kecepatan 20,001 km/jam itu "agak pelan".
 - ▶ Ketidapastian dalam kasus-kasus ini disebabkan oleh kaburnya pengertian "agak", "kurang lebih", "sedikit", dan sebagainya .

Dalam banyak hal, logika fuzzy digunakan sebagai suatu cara untuk memetakan permasalahan dari *input* menuju *output* yang diharapkan. Beberapa **contoh** yang dapat diambil antara lain :

- ▶ Seorang pegawai melakukan tugasnya dengan kinerja yang sangat baik, kemudian atasan akan memberikan *reward* yang sesuai dengan kinerja pegawai tersebut.

Beberapa alasan lain penggunaan logika fuzzy, antara lain:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Karena logika fuzzy menggunakan dasar himpunan, maka konsep matematis yang didasari penalaran fuzzy tersebut cukup mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogeny, dan kemudian ada beberapa data yang "eksklusif", maka logika fuzzy memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.

- Logika fuzzy dapat dianggap sebagai kotak hitam yang menghubungkan antara ruang *input* menuju ruang *output*.
- Kotak hitam tersebut berisi cara atau metode yang dapat digunakan untuk mengolah data *input* menjadi *output* dalam bentuk informasi yang baik.

2 alasan utama yang mendasari pengembangan teknologi berbasis sistem fuzzy:

1. Menjadi *state-of-the-art* dalam sistem kendali berteknologi tinggi.
2. Dalam perspektif yang lebih luas, pengendali fuzzy ternyata sangat bermanfaat pada aplikasi-aplikasi sistem identifikasi dan pengendalian illstructured, di mana linieritas dan invariansi waktu tidak bisa ditentukan dengan pasti, karakteristik proses mempunyai faktor lag, dan dipengaruhi oleh derau acak

Lanjutan

4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert*
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami. Logika fuzzy menggunakan Bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

2. Materi 2 (Perbedaan Logika Fuzzy dan Logika Tegas)

Materi 2 Perbedaan Logika Fuzzy dan Tegas

LOGIKA FUZZY

Pengertian

- ▶ Sebelum munculnya logika fuzzy (*fuzzy logic*), dikenal sebuah logika tegas (*Crisp Logic*) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Sebaliknya Logika Fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki nilai benar dan salah.
- ▶ Dalam teori logika fuzzy sebuah nilai bisa bernilai benar dan salah secara bersamaan namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimiliki.

Himpunan Tegas

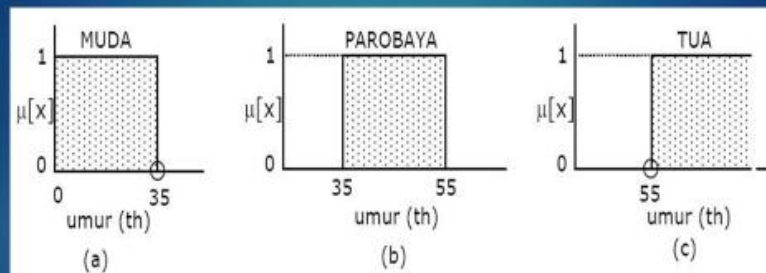
- ▶ Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu:
 - ▶ satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
 - ▶ nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Contoh 1:

- ▶ Jika diketahui:
 - ▶ $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ adalah semesta pembicaraan.
 - ▶ $A = \{1, 2, 3\}$
 - ▶ $B = \{3, 4, 5\}$
 bisa dikatakan bahwa:
 - ▶ Nilai keanggotaan 2 pada himpunan A , $\mu_A[2]=1$, karena $2 \in A$.
 - ▶ Nilai keanggotaan 3 pada himpunan A , $\mu_A[3]=1$, karena $3 \in A$.
 - ▶ Nilai keanggotaan 4 pada himpunan A , $\mu_A[4]=0$, karena $4 \notin A$.
 - ▶ Nilai keanggotaan 2 pada himpunan B , $\mu_B[2]=0$, karena $2 \notin B$.

Contoh 2 :

- ▶ Misalkan variabel umur dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:
 - ▶ MUDA umur < 35 tahun
 - ▶ PAROBAYA $35 \leq \text{umur} \leq 55$ tahun
 - ▶ TUA umur > 55 tahun
- ▶ Nilai keanggotaan secara grafis, himpunan MUDA, PAROBAYA dan TUA ini dapat dilihat pada gambar berikut



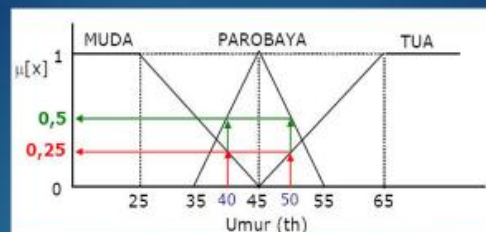
Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa:

- ▶ apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan MUDA ($\mu_{MUDA}[34]=1$);
- ▶ apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan TIDAK MUDA ($\mu_{MUDA}[35]=0$);
- ▶ apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan MUDA ($\mu_{MUDA}[35 \text{ th} - 1 \text{ hr}]=1$);

lanjutan

- ▶ apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA ($\mu_{PAROBAYA}[35]=1$);
- ▶ apabila seseorang berusia 34 tahun, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA ($\mu_{PAROBAYA}[34]=0$);
- ▶ apabila seseorang berusia 35 tahun, maka ia dikatakan PAROBAYA ($\mu_{PAROBAYA}[35]=1$);
- ▶ apabila seseorang berusia 35 tahun kurang 1 hari, maka ia dikatakan TIDAK PAROBAYA ($\mu_{PAROBAYA}[35 \text{ th} - 1 \text{ hr}]=0$);

- Dari sini bisa dikatakan bahwa pemakaian himpunan *crisp* untuk menyatakan umur sangat tidak adil, adanya perubahan kecil saja pada suatu nilai mengakibatkan perbedaan kategori yang cukup signifikan.
- Himpunan fuzzy digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Seseorang dapat masuk dalam 2 himpunan yang berbeda, MUDA dan PAROBAYA, PAROBAYA dan TUA, dsb. Seberapa besar eksistensinya dalam himpunan tersebut dapat dilihat pada nilai keanggotaannya. Gambar berikut menunjukkan himpunan fuzzy untuk variabel umur.



- Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa:
 - Seseorang yang berumur 40 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan $\mu_{MUDA}[40]=0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{PAROBAYA}[40]=0,5$.
 - Seseorang yang berumur 50 tahun, termasuk dalam himpunan MUDA dengan $\mu_{TUA}[50]=0,25$; namun dia juga termasuk dalam himpunan PAROBAYA dengan $\mu_{PAROBAYA}[50]=0,5$.

Himpunan Fuzzy

- Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu:
 - Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
 - Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 25, 50, dsb.

- Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy, yaitu:

- a) Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu system fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

- b) Himpunan fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

- Contoh:

- Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu: MUDA, PAROBAYA, dan TUA
- Variabel temperatur, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu: DINGIN, SEJUK, NORMAL, HANGAT, dan PANAS.

- c) Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh:

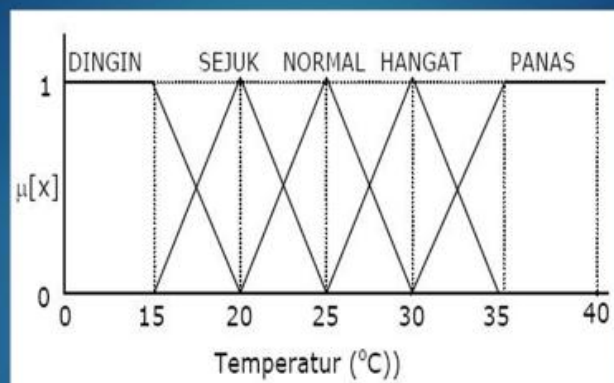
- Semesta pembicaraan untuk variabel umur: $[0 + \infty)$
- Semesta pembicaraan untuk variabel temperatur: $[0 40]$

d) Domain

- Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

► Contoh domain himpunan fuzzy:

- MUDA = $[0 \ 45]$
- PABOBAYA = $[35 \ 55]$
- TUA = $[45 \ +\infty)$
- DINGIN = $[0 \ 20]$
- SEJUK = $[15 \ 25]$
- NORMAL = $[20 \ 30]$
- HANGAT = $[25 \ 35]$
- PANAS = $[30 \ 40]$



- Domain dan range
- Anggap R sebagai relasi antara A dan B . domain dan range dari relasi ini di definisikan sebagai berikut:

$$\text{dom}(R) = \{x | x \in A, (x, y) \in R \text{ for some } y \in B\}$$

$$\text{ran}(R) = \{y | y \in B, (x, y) \in R \text{ for some } x \in A\}$$

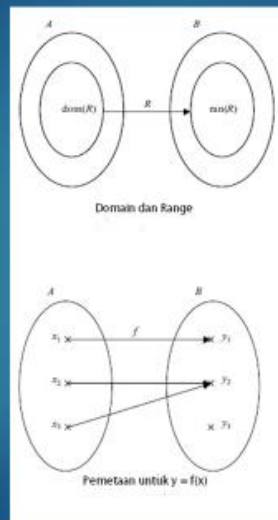
- Disini memanggil set A sebagai $\text{dom}(R)$ dan B sebagai dukungan dari $\text{ran}(R)$.
- $\text{Dom}(R)=A$ menghasilkan spesifik secara komplit dan $\text{dom}(R) \subseteq A$ kurang spesifik.
- Hubungan $R \subseteq |A \times B|$ adalah sebuah set dari pasangan yang teratur (x, y) .
- Demikian jika mempunyai elemen tertentu x di dalam A , dapat menemukan y dari B yaitu gambar terpetakan dari A . Anggap y sebagai pemetaan x .

- Jika mengekspresikan pemetaan ini sebagai f , y dipanggil gambar x yang di denotasikan sebagai $f(x)$

$$R = \{(x, y) | x \in A, y \in B, y = f(x)\} \text{ or } f: A \rightarrow B$$

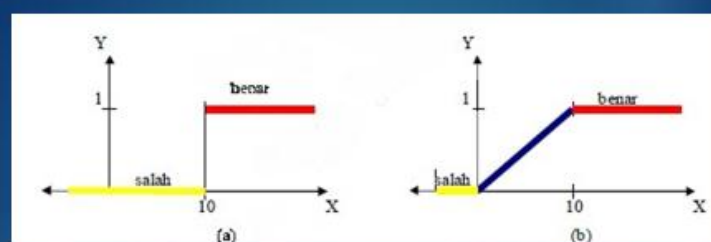
- Jadi mungkin bisa dikatakan $\text{ran}(R)$ adalah sebuah pengumpulan himpunan $f(x)$

$$\text{ran}(R) = f(A) = \{f(x) | x \in A\}$$



Perbedaan Logika Fuzzy dan Logika Tegas

- Perbedaan antara kedua jenis logika tersebut adalah logika tegas memiliki **nilai tidak = 0.0** dan **ya = 1.0**.
- Sedangkan logika fuzzy memiliki **nilai antara 0.0 hingga 1.0**.
- Secara grafik perbedaan antara logika tegas dan logika fuzzy ditunjukkan oleh gambar dibawah ini :

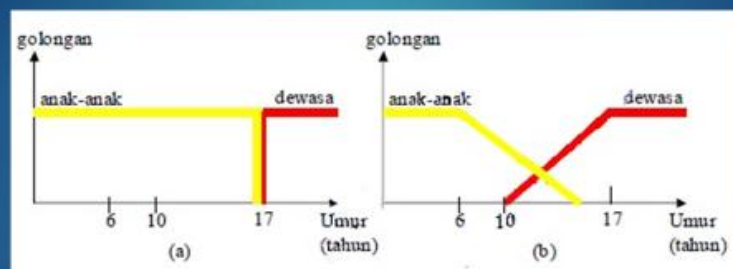


Keterangan :

- Logika tegas.** Didalam gambar apabila X lebih dari atau sama dengan 10 baru dikatakan benar yaitu bernilai $Y=1$, sebaliknya nilai X yang kurang dari 10 adalah salah yaitu $Y=0$. Maka angka 9 atau 8 atau 7 dan seterusnya adalah dikatakan salah.
- Logika fuzzy.** Didalam gambar nilai $X=9$, atau 8 atau 7 atau nilai antara 0 dan 10 adalah dikatakan ada benarnya dan ada juga salahnya.

- Dalam contoh kehidupan kita dikatakan seseorang sudah dewasa apabila berumur lebih dari 17 tahun, maka siapapun yang kurang dari umur tersebut di dalam logika tegas akan dikatakan sebagai tidak dewasa atau anak-anak.
- Sedangkan dalam hal ini pada logika fuzzy umur dibawah 17 tahun dapat saja dikategorikan dewasa tapi tidak penuh, missal untuk umur 16 tahun atau 15 tahun atau 14 tahun atau 13 tahun.

- Secara grafik dapat digambarkan sebagai berikut :



3. Materi 3 (Fungsi Keanggotaan)

Materi 3 Fungsi Keanggotaan

LOGIKA FUZZY

- ▶ Dalam logika tegas, fungsi keanggotaan menyatakan keanggotaan pada suatu himpunan. Fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ bernilai 1 jika x anggota himpunan A , dan bernilai 0 jika x bukan anggota himpunan A . Jadi, fungsi keanggotaan ini hanya bisa bernilai 0 atau 1.

$$\mu_A: X \rightarrow \{0,1\}$$

- ▶ Sedangkan dalam logika *fuzzy*, fungsi keanggotaan menyatakan derajat keanggotaan pada suatu himpunan. Nilai dari fungsi keanggotaan ini berada dalam selang $[0,1]$, dan dinyatakan dengan μ_A .

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1]$$

- Fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ bernilai 1 jika x anggota penuh himpunan A , dan bernilai 0 jika x bukan anggota himpunan A . Sedangkan jika derajat keanggotaan berada dalam selang $(0,1)$, misalnya $\mu_A(x) = \mu$, menyatakan x sebagian anggota himpunan A dengan derajat keanggotaan sebesar μ .
- Ada 3 cara mendefinisikan himpunan fuzzy:

1. Sebagai himpunan pasangan berurutan.

Misalkan himpunan fuzzy A didefinisikan dalam semesta

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

maka himpunan pasangan berurutan yang menyatakan himpunan fuzzy-nya adalah

$$A = \{(x_1, \mu_A(x_1)), (x_2, \mu_A(x_2)), \dots, (x_n, \mu_A(x_n))\}$$

Cara ini hanya dapat digunakan pada himpunan fuzzy yang anggotanya bernilai diskrit.

2. Dengan menyebut fungsi keanggotaan

Misalkan himpunan fuzzy A didefinisikan dalam semesta x yang anggotanya bernilai kontinu, maka himpunan pasangan berurutan yang menyatakan himpunan fuzzy-nya adalah

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid \mu_A(x) = \dots, x \in X\}$$

3. Menuliskan sebagai

$$A = \{\mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n\} = \left\{ \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)/x_i \right\}$$

untuk X diskrit, atau

$$A = \left\{ \int_x \mu_A(x)/x \right\}$$

untuk X kontinu. Lambang \int bukan berarti integral.

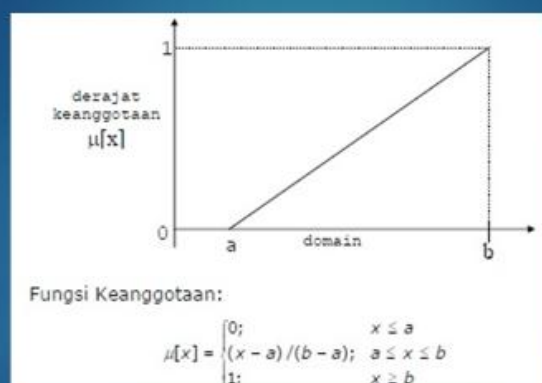
- Fungsi Keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.
- Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi.
- Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan :

► Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

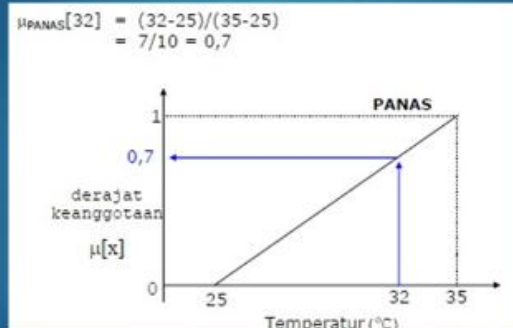
Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

Representasi Linear Naik

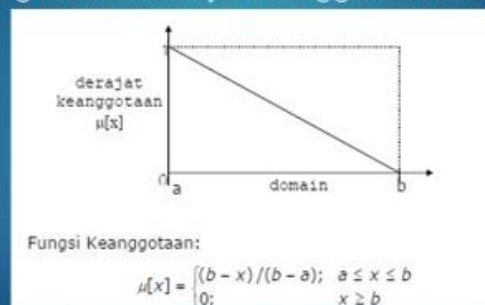


Contoh

- Fungsi keanggotaan untuk himpunan PANAS pada variabel temperature ruangan :

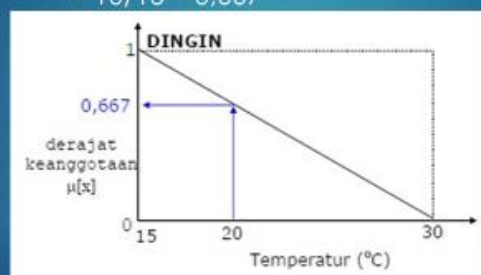


Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



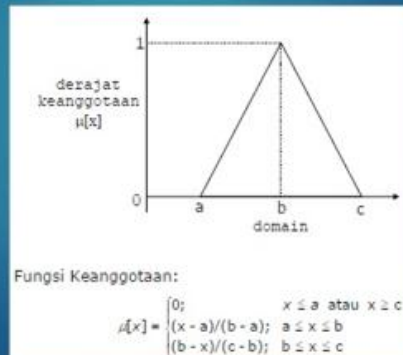
- Fungsi keanggotaan untuk himpunan DINGIN pada variabel temperature ruangan :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{DINGIN}}[20] &= (30-20)/(30-15) \\ &= 10/15 = 0,667\end{aligned}$$



► Representasi Kurva Segitiga

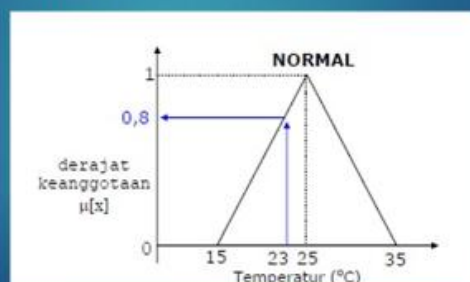
Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) :



Contoh

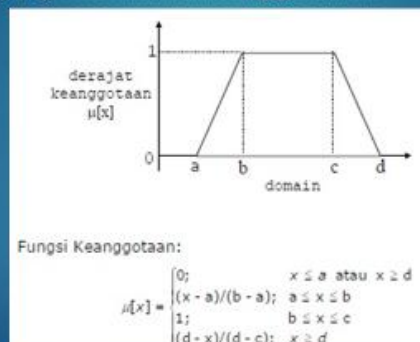
► Fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variabel temperatur ruangan :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{NORMAL}}[23] &= (23-15)/(25-15) \\ &= 8/10 = 0,8 \end{aligned}$$



► Representasi Kurva Trapesium

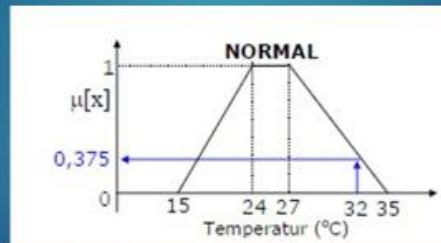
Kurva Segitiga pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Contoh

- Fungsi keanggotaan untuk himpunan NORMAL pada variabel temperatur ruangan.

$$\begin{aligned}\mu_{\text{NORMAL}}[23] &= (35-32)/(35-27) \\ &= 3/8 = 0,375\end{aligned}$$

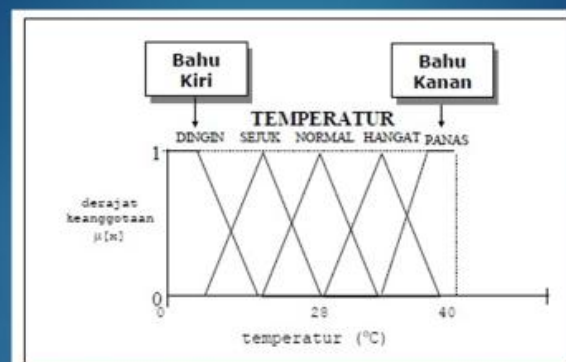


► Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan: DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS).

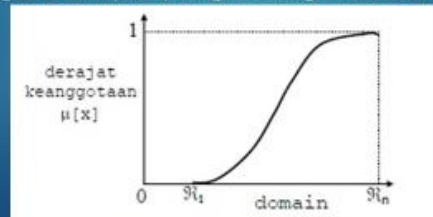
Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperatur akan tetap berada pada kondisi PANAS.

Himpunan fuzzy 'bahu', bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah fuzzy. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.

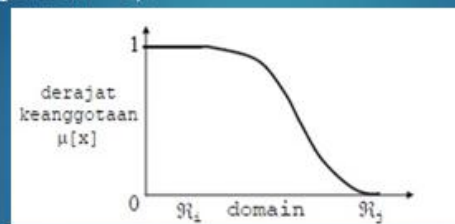


► Representasi Kurva-S

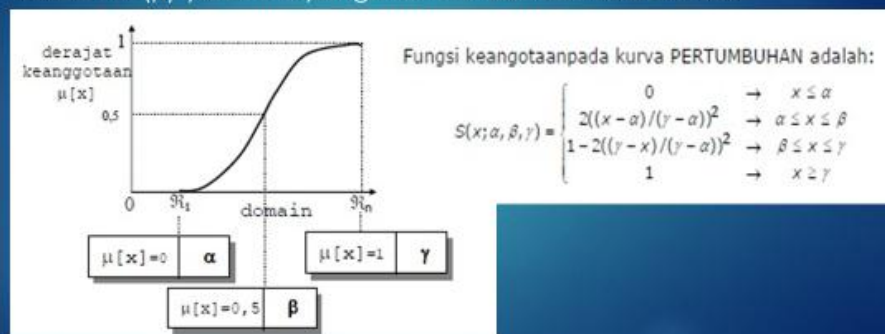
Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear. Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi.



► Kurva-S untuk PENYUSUTAN akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0).



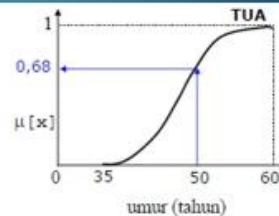
► Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan lengkap (γ), dan titik infleksi atau crossover (β) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.



Contoh

- Fungsi keanggotaan untuk himpunan TUA pada variabel umur :

$$\begin{aligned}\mu_{TUA}[50] &= 1 - 2((60-50)/(60-35))^2 \\ &= 1 - 2(10/25)^2 \\ &= 0,68\end{aligned}$$



Gambar 7.17 Himpunan Fuzzy: TUA.

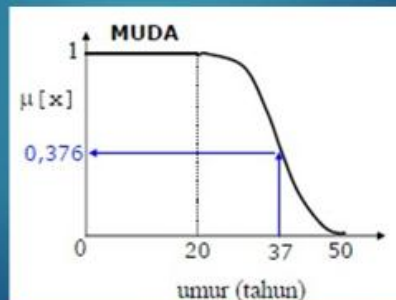
Sedangkan fungsi keanggotaan pada kurva PENYUSUTAN adalah:

$$S(x; a, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq a \\ 1 - 2((x-a)/(\gamma-a))^2 & \rightarrow a \leq x \leq \beta \\ 2((\gamma-x)/(\gamma-a))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases}$$

Contoh

- Fungsi keanggotaan untuk himpunan MUDA pada variabel umur

$$\begin{aligned}\mu_{MUDA}[50] &= 2((50-37)/(50-20))^2 \\ &= 2(13/30)^2 \\ &= 0,376\end{aligned}$$

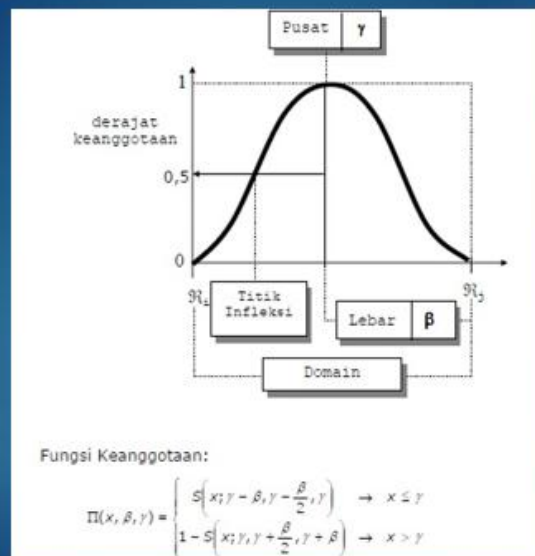


► Representasi Kurva Bentuk Lonceng (Bell Curve)

Untuk merepresentasikan bilangan fuzzy, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas 3 kelas, yaitu: himpunan fuzzy PI, beta, dan Gauss. Perbedaan ketiga kurva ini terletak pada gradiennya.

(i) Kurva PI

Kurva PI berbentuk lonceng dengan derajat keanggotaan 1 terletak pada pusat dengan domain (γ), dan lebar kurva (β)



Contoh

- Fungsi keanggotaan untuk himpunan PAROBAYA pada variabel umur

$$\mu_{1/2BAYA}[42] = 1 - 2((45-42)/(45-35))^2$$

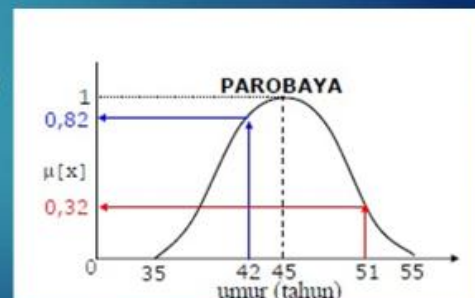
$$= 1 - 2(3/10)^2$$

$$= 0,82$$

$$\mu_{1/2BAYA}[51] = 2((55-51)/(55-45))^2$$

$$= 2(4/10)^2$$

$$= 0,32$$

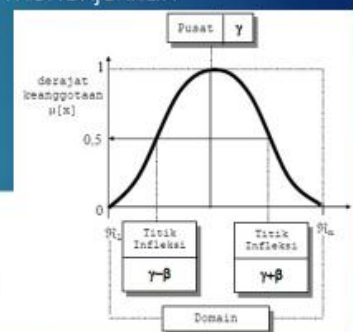


(ii) Kurva BETA

Seperti halnya kurva PI, kurva BETA juga berbentuk lonceng namun lebih rapat. Kurva ini juga didefinisikan dengan 2 parameter, yaitu nilai pada domain yang menunjukkan pusat kurva (γ), dan setengah lebar kurva (β)

Fungsi Keanggotaan:

$$B(x; \gamma, \beta) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x - \gamma}{\beta}\right)^2}$$



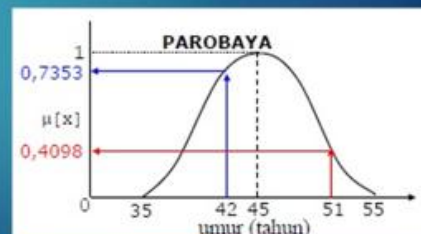
- Salah satu perbedaan mencolok kurva BETA dari kurva PI adalah, fungsi keanggotaannya akan mendekati nol hanya jika nilai (β) sangat besar.

Contoh

- Fungsi keanggotaan untuk himpunan SETENGAH BAYA pada variabel umur

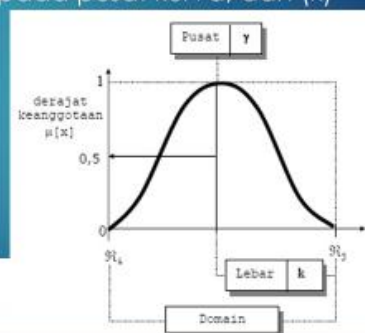
$$\mu_{1/2\text{BAYA}}[42] = 1 / (1 + ((42-45)/5)^2) \\ = 0,7353$$

$$\mu_{1/2\text{BAYA}}[51] = 1 / (1 + ((51-45)/5)^2) \\ = 0,4098$$



(iii) Kurva GAUSS

Jika kurva PI dan kurva BETA menggunakan 2 parameter yaitu (γ) dan (β), kurva GAUSS juga menggunakan (γ) untuk menunjukkan nilai domain pada pusat kurva, dan (k) yang menunjukkan lebar kurva



Fungsi Keanggotaan:

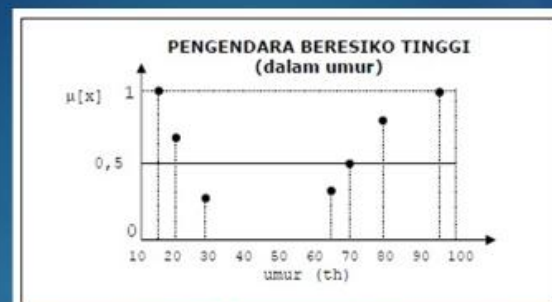
$$G(x; k, \gamma) = e^{-k(\gamma-x)^2}$$

Koordinat Keanggotaan

- Himpunan fuzzy berisi urutan pasangan berurutan yang berisi nilai domain dan kebenaran nilai keanggotaannya dalam bentuk:

Skalar(i) / Derajat(i)

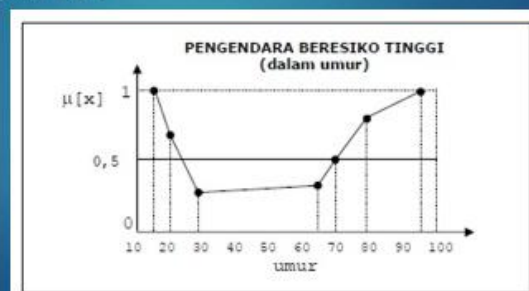
- 'Skalar' adalah suatu nilai yang digambar dari domain himpunan fuzzy, sedangkan 'Derajat' skalar merupakan derajat keanggotaan himpunan fuzzynya.



Gambar merupakan contoh himpunan fuzzy yang diterapkan pada sistem asuransi yang akan menanggung resiko seorang pengendara kendaraan bermotor berdasarkan usianya, akan berbentuk 'U'. Koordinatnya dapat digambarkan dengan 7 pasangan berurutan sebagai berikut:

16/1 21/.6 28/.3 68/.3 76/.5 80/.7 96/1

- Semua titik harus ada di domain, dan paling sedikit harus ada satu titik yang memiliki nilai kebenaran sama dengan 1. Apabila titik-titik tersebut telah digambarkan, maka digunakan interpolasi linear untuk mendapatkan permukaan fuzzy-nya



4. Materi 4 (Relasi Fungsi)

Materi 4 Relasi Fungsi

LOGIKA FUZZY

Relasi Himpunan Fuzzy

- ▶ Dalam kontroler fuzzy, relasi antara obyek – obyek atau elemen memegang peranan yang sangat penting. Beberapa relasi menyangkut elemen – elemen dalam semesta yang sama misalnya :
 - sebuah ukuran lebih besar dari yang lain
 - suatu kejadian terjadi lebih dulu dari kejadian lainnya
 - sebuah elemen mirip atau menyerupai elemen lainnya
 - dll

- ▶ Disamping itu ada relasi yang menyangkut elemen – elemen dari semesta yang berbeda (terpisah) misalnya :
 - sebuah ukuran besar dan kecepatan perubahannya adalah positif
 - koordinat x besar dan koordinat y kecil Relasi
 - relasi tersebut diatas adalah contoh relasi dua obyek.
- ▶ Kita bisa membuat relasi yang dapat menghubungkan lebih dari 2 obyek.

- ▶ Secara formal, relasi biner atau disingkat relasi R dari himpunan A dan B menyatakan pasangan berurutan :

$$(a, b) \in A \times B$$

yang menandakan salah satu dari pernyataan berikut :

- (i) a berelasi dengan b

Hasil kali (Cartesian Product) $A \times B$ adalah himpunan dari semua kombinasi yang mungkin dari elemen – elemen A dan B . Sementara itu Relasi Fuzzy dari himpunan A dan B adalah himpunan bagian fuzzy dari hasil kali Cartesian Product antara semesta himpunan A dan B yaitu U dan V atau dinyatakan dengan $U \times V$

Contoh

- ▶ Keponakan Donald Duck yang bernama Huey menyerupai Dewey dengan tingkat keanggotaan 0.8. Dan Huey menyerupai Louie dengan tingkat keanggotaan 0.9. Sehingga kita dapat membuat sebuah relasi antara himpunan bagian dari keponakan dalam keluarga. Hal ini lebih mudah kalau dinyatakan dalam bentuk matrik (terdiri dari 1 baris) yaitu :

▶ $R_1 =$

	Dewey	Louie
Huey	0.8	0.9

- Untuk menunjukkan cara untuk menggabungkan 2 relasi maka kita memisalkan sebuah relasi lain antara Dewey dan Louie dengan Donald Duck yaitu : Dewey mirip dengan Donald Duck dengan tingkat keanggotaan 0.5 dan Louie mirip dengan Donald Duck dengan tingkat keanggotaan 0.6. Jika dinyatakan dalam bentuk matrik maka :

► $R_2 =$

	Donald
Dewey	0.5
Louie	0.6

- Adalah menarik untuk mencoba mencari berapa besar (tingkat keanggotaan) Huey menyerupai Donald Duck dengan mengkombinasikan informasi – informasi dalam 2 matrik tersebut. :

(i) Huey menyerupai Dewey (0.8), dan Dewey menyerupai Donald (0.5) atau

(ii) Huey menyerupai Louie (0.9), dan Louie menyerupai Donald (0.6)

- Pada pernyataan (i) berisi satu rantai relasi dan sangat masuk akal untuk mengkombinasikan relasi – relasi tersebut dengan operasi irisan. Berdasarkan definisi, operasi irisan adalah operasi untuk mencari nilai keanggotaan terlemah (terkecil) sehingga hasilnya adalah 0.5. Dengan cara yang sama untuk pernyataan (ii) akan didapatkan hasil yaitu : 0.6. Sehingga dari operasi ini kita mendapatkan hasil berupa :

(iii) Huey menyerupai Donald (0.5) atau

(iv) Huey menyerupai Donald (0.6)

Pernyataan (iii) dan (iv) keduanya sama – sama tampak valid. Oleh karena itu kita dapat memakai operasi gabungan pada kedua pernyataan itu ((iii) dan (iv)). Berdasarkan definisi, operasi gabungan adalah mencari nilai keanggotaan terkuat sehingga hasilnya adalah :

(v) Huey menyerupai Donald (0.6)

- Jadi Aturan umum jika mengkombinasikan (sering disebut komposisi relasi) beberapa relasi fuzzy adalah mencari nilai **minimum** dari "hubungan seri" dan nilai **maksimum** dari "hubungan paralel". Hal ini dapat dilakukan dengan mudah lewat *perkalian* dalam (inner product).

- **Perkalian** dalam (inner product) adalah sama dengan perkalian titik (dot product) dalam matrik, dimana operasi perkalian diganti dengan operasi irisan (\cap) dan operasi penjumlahan diganti dengan operasi gabungan (\cup).

- Andaikan **R** adalah matrik berukuran $m \times p$ dan **S** matrik berukuran $p \times n$ maka hasil kali matrik **R** dengan **S** adalah matrik **T** yang berukuran $m \times n$. Dimana elemen ke - ij dari matrik **T** atau t_{ij} didapatkan dengan mengkombinasikan baris ke- i dari matrik **R** dengan kolom ke- j dari matrik **S**, sehingga

$$t_{ij} = (r_{i1} \cap s_{1j}) \cup (r_{i2} \cap s_{2j}) \cup \dots \cup (r_{ip} \cap s_{pj}) \bigcup_{k=1}^p r_{ik} \cap s_{kj}$$

- Dari definisi operasi himpunan maka komposisi menurunkan yang disebut dengan Komposisi max - min (max - min composition).
- Jika **R** adalah relasi dari a ke b dan **S** adalah relasi dari b ke c , maka komposisi dari **R** dan **S** adalah relasi dari a ke c (hukum transitif). Contoh (inner product): Dari tabel relasi R_1 dan R_2 diatas maka kita bisa menghitung kombinasi relasi R_1 dan R_2 dengan inner product yaitu :

Dari tabel relasi R_1 dan R_2 diatas maka kita bisa menghitung kombinasi relasi R_1 dan R_2 dengan inner product yaitu :

$$R_1 \cap \cup R_2 = \begin{bmatrix} 0.8 & 0.9 \end{bmatrix} \cap \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 \end{bmatrix} = \cup \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 \end{bmatrix} = 0.6$$

Atau kalau diuraikan dengan lebih rinci :

$$R_1 \cap \cup R_2 = (0.8 \cap 0.5) \cup (0.9 \cap 0.6) = 0.5 \cup 0.6 = 0.6$$

Dapat dilihat hasilnya sama dengan hasil yang didapatkan dari hasil sebelumnya.

- Dapat dilihat hasilnya sama dengan hasil yang didapatkan dari hasil sebelumnya. Komposisi max – min bersifat distributif terhadap operasi gabungan (union)

$$(R \cup T) \cup .n S = (R \cup .n S) \cup (T \cup .n S)$$

- tapi tidak terhadap operasi irisan (intersection). Operasi min pada komposisi max-min dapat diganti dengan operasi perkalian (dilambangkan dengan *). Sehingga disebut dengan Komposisi max – star. Sehingga hasil perhitungan contoh diatas akan menjadi :

$$R_1 \cup .n R_2 = (0.8 * 0.5) \cup (0.9 * 0.6) = 0.40 \cup 0.54 = 0.54$$

Penalaran Monoton

- Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi fuzzy. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun terkadang masih digunakan untuk penskalaan fuzzy.
- Jika 2 daerah fuzzy direlasikan dengan implikasi sederhana sebagai berikut :

IF x is A THEN y is B

Transfer fungsi :

$$y = f((x, A), B)$$

- Maka sistem fuzzy dapat berjalan tanpa harus melalui komposisi dan dekomposisi fuzzy. Nilai *output* dapat diestimasi secara langsung dari nilai keanggotaan yang berhubungan dengan antesedennya.
- Relasi antara kedua himpunan diekspresikan dengan aturan tunggal sebagai berikut :
IF Tinggi Badan is TINGGI THEN Berat Badan is BERAT

Implikasi secara monoton akan menyelesaikan daerah fuzzy A dan B dengan algoritma sebagai berikut :

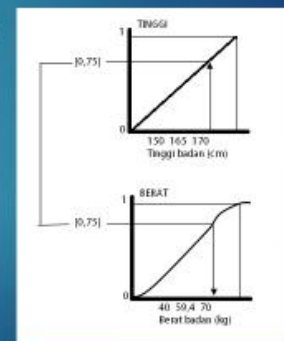
- Untuk suatu elemen x pada domain A , tentukan nilai keanggotaannya dalam daerah fuzzy A , yaitu $\mu_A(x)$;
- Pada daerah fuzzy B , nilai keanggotaan yang berhubungan dengan tentukan permukaan fuzzy-nya. Tarik garis lurus ke arah domain. Nilai pada sumbu domain, y , merupakan solusi dari fungsi implikasi tersebut. Dapat dituliskan :

$$y_B = f(\mu_A(x), D_B)$$

Contoh

- Seseorang yang memiliki tinggi badan 165 cm, memiliki derajat keanggotaan 0,75 pada daerah fuzzy TINGGI; diperoleh

$$\begin{aligned}\mu_{TINGGI}(165) &= (165 - 150)/(170 - 150) \\ &= 15/20 \\ &= 0,75\end{aligned}$$



- Nilai yang dipetakan ke daerah fuzzy BERAT yang akan memberikan solusi berat badan orang tersebut yaitu 59,4 kg; diperoleh

$$\mu_{BERAT}(y) = S(y; 40, 55, 70) = 0,75$$

- Karena $0,75 > 0,5$ maka letak y adalah antara 55 sampai 70, sehingga

$$\begin{aligned}1 - 2((70 - y)/(70 - 55))^2 &= 0,75 \\ 2(70 - y)^2/900 &= 0,25 \\ (70 - y)^2 &= 112,5 \\ (70 - y) &= \pm\sqrt{112,5} \\ y &= 70 \pm 10,6 \rightarrow \text{ambil } (-)\text{nya} \\ &\text{karena nilainya} \\ &\text{harus } < 70 \\ y &= 59,4\end{aligned}$$

Fungsi Implikasi

- ▶ Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah
 $IF x \text{ is } A \text{ THEN } y \text{ is } B$
- ▶ Dengan x dan y scalar, dan A dan B adalah himpunan fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti $THEN$ disebut konsekuen

- ▶ Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator fuzzy, seperti :

$IF (x_1 \text{ is } A_1) \ 0 \ (x_2 \text{ is } A_2) \ 0 \ (x_3 \text{ is } A_3) \ 0 \ ... \ 0 \ (x_N \text{ is } A_N) \ THEN \ y \text{ is } B$

Dengan 0 adalah operator (misal: OR atau AND)

- ▶ Secara umum, ada 2 fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu :
 - a. Min (*minimum*). Fungsi ini akan memotong output himpunan fuzzy.
 - b. Dot (*product*) Fungsi ini akan menskala output himpunan fuzzy.

5. Materi 5 (Operasi Matematika dan Himpunan Logika Fuzzy)

Materi 5

Operasi Matematika dan Himpunan Logika Fuzzy

LOGIKA FUZZY

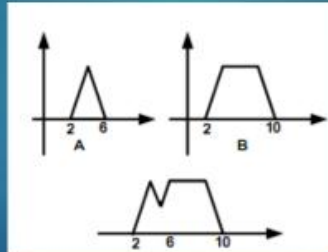
Aritmatika Logika Fuzzy

► Dalam system logika fuzzy terdapat beberapa operasi aritmatika yang diperlukan dalam penalarannya antara lain:

a) Gabungan (Union) dalam sitem logika fuzzy dikenal dengan istilah Max. Operasi max dinyatakan dengan persamaan:

$$c = A \cup B \leftrightarrow \mu_c(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$$

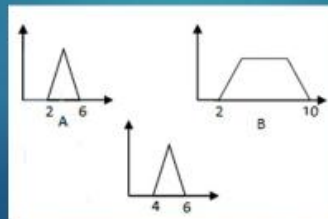
- Jika fungsi segitiga dari suatu fungsi keanggotaan adalah A, dan fungsi keanggotaan B adalah trapezium, maka operasi max dari A dengan B ditunjukkan pada gambar berikut ini:



- b) Irisan (Intersection) dalam sistem logika fuzzy dikenal dengan istilah Min Operasi mix dinyatakan dengan persamaan:

$$c = A \cap B \leftrightarrow \mu_c(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$$

Jika fungsi A dan B adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini, maka operasi min dari kedua keanggotaan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut ini:



- c) Kesamaan (Equity), operasi kesamaan dinyatakan dengan persamaan:

$$\mu_A(x) = \mu_B(x); x \in U$$

- d) Produk (Product), operasi produk dinyatakan dengan persamaan:

$$\mu_A(x) = 1 - \mu_A(x); x \in U$$

- e) Komplemen (Complement), operasi komplemen dinyatakan dengan persamaan:

$$\mu_{(AB)}(x) = \mu_A(x) * \mu_B(x); x \in U$$

Operasi Himpunan Fuzzy

- Operasi-operasi pada himpunan fuzzy pada dasarnya mirip dengan operasi pada himpunan klasik. Sebagai contoh perhatikan operasi himpunan fuzzy pada gambar, dimana operasi logika AND diganti dengan *min* sedangkan operasi logika OR diganti dengan *max*.

A	B	$\min(A,B)$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

AND

A	B	$\max(A,B)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

OR

A	$1 - A$
0	1
1	0

NOT

AND

- Operasi AND antara dua buah himpunan fuzzy A dan B akan menghasilkan interseksi antara A dan B pada x yang didefinisikan sebagai:

$$\begin{aligned}
 \mu_{A \cap B}(x) &= \min(\mu_A(x)) \forall x \\
 &= \mu_A(x) \cap \mu_B(x) \\
 &= \mu_A(x) \cap \mu_B(x)
 \end{aligned}$$

- Sebagai contoh perhatikan dua buah himpunan fuzzy di bawah ini:

$TINGGI = (0/125, 0.2/140, 0.5/150, 0.8/170, 1/190)$

$PENDEK = (1/125, 0.8/140, 0.5/150, 0.2/170, 0/190)$

- Hasil operasi AND pada kedua himpunan fuzzy di atas:

$$\mu_{TINGGI} \wedge \mu_{PENDEK}(x) = (0/125, 0.2/140, 0.5/150, 0.2/170, 0/190)$$

Latihan

- Misalkan nilai keanggotaan 27 tahun pada himpunan MUDA adalah 0,6 ($\mu_{MUDA}(27) = 0,6$) ; dan nilai keanggotaan Rp.2.000.000,- pada himpunan penghasil TINGGI adalah 0,8 ($\mu_{GAJITINGGI}(2 * 10^6) = 0,8$); maka a-predikat untuk usia MUDA dan penghasilan TINGGI adalah :

- Jawaban

$$\begin{aligned}\mu_{MUDA \cap GAJITINGGI} &= \min(\mu_{MUDA}(27), (\mu_{GAJITINGGI}(2 * 10^6)) \\ &= \min(0,6; 0,8) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

OR

- Operasi OR antara dua buah himpunan fuzzy A dan B akan menghasilkan gabungan antara A dan B pada X yang didefinisikan sebagai:

$$\begin{aligned}\mu_{A \vee B}(x) &= \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \forall x \\ &= \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \\ &= \mu_A(x) \cup \mu_B(x)\end{aligned}$$

- ▶ Sebagai contoh perhatikan dua buah himpunan fuzzy di bawah ini:
 $TINGGI = (0/125, 0.2/140, 0.5/150, 0.8/170, 1/190)$
 $PENDEK = (1/125, 0.8/140, 0.5/150, 0.2/170, 0/190)$
- ▶ Kembali pada contoh di atas, maka hasil operasi OR pada himpunan fuzzy TINGGI dan PENDEK adalah:
 $\mu_{TINGGI} \cup \mu_{PENDEK}(x) = (1/125, 0.8/140, 0.5/150, 0.8/170, 1/190)$

Latihan

- ▶ Pada latihan sebelumnya dapat dihitung nilai a-predikat untuk usia MUDA atau penghasilan TINGGI adalah:

- ▶ Jawaban

$$\begin{aligned}\mu_{MUDA \cup GAJITINGGI} &= \min(\mu_{MUDA}(27), (\mu_{GAJITINGGI}(2 * 10^6))) \\ &= \min(0,6; 0,8) \\ &= 0,8\end{aligned}$$

NOT

- Operasi NOT pada himpunan fuzzy A akan memberikan hasil komplemen dari A, yaitu:

$$\mu_{\sim A}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- Maka operasi NOT untuk himpunan fuzzy TINGGI pada contoh di atas akan menghasilkan himpunan komplemen dari TINGGI:

$$\mu_{NOT\ TINGGI}(x) = (1/125, 0.8/140, 0.5/150, 0.2/170, 0/190)$$

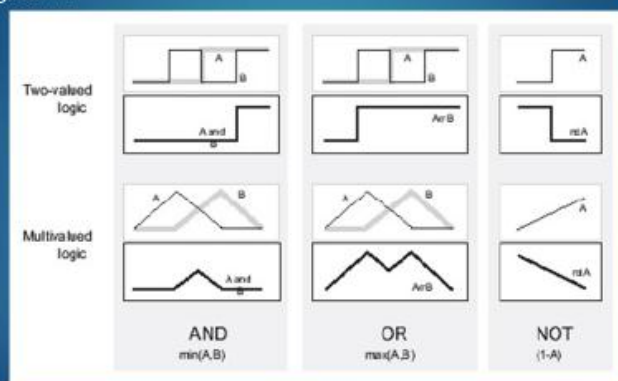
Latihan

- Pada latihan sebelumnya dapat dihitung nilai α -predikat untuk usia TIDAK MUDA:

► Jawaban

$$\begin{aligned}\mu_{MUDA}(27) &= 1 - (\mu_{MUDA}(27)) \\ &= 1 - 0,6 \\ &= 0,4\end{aligned}$$

► Representasi operasi himpunan fuzzy dalam bentuk diagram :



6. Materi 6 (Operasi Matematika dan Himpunan Logika Fuzzy)

Materi 6 Variabel Linguistik

LOGIKA FUZZY

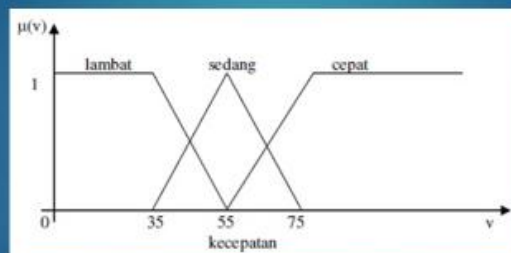
Variabel Linguistik

- ▶ Jika dalam aljabar setiap variabel diberi nilai berupa bilangan maka dalam himpunan fuzzy setiap variabel diberi nilai berupa *kata-kata* (words) atau *kalimat* (sentences). Variabel seperti ini disebut *variabel linguistik*.
- ▶ Himpunan dari nilai – nilai yang dapat diambil disebut dengan *kumpulan istilah* (term set) dari himpunan tersebut.
- ▶ Setiap nilai dalam kumpulan istilah adalah variabel fuzzy yang didefinisikan pada variabel dasar (base variable).

- Nilai linguistik dari variabel linguistik disebut juga terma. Nilai linguistik dinyatakan dalam bahasa alami.

Contoh: { dingin, panas, sedang} adalah himpunan terma atomik yang menunjukkan nilai kualitatif yang dimiliki oleh variabel suhu, {lambat, sedang, cepat} adalah himpunan terma yang menunjukkan nilai kualitatif yang dimiliki oleh variabel kecepatan

- Nilai kuantitatif setiap terma ditentukan dengan fungsi keanggotaan.
- Satu terma diwakili dengan satu himpunan fuzzy.



- contoh-contoh lain dari variabel linguistik beserta nilai tipikal yang mungkin :

Variabel Linguistik	Nilai Tipikal
Suhu	Panas, Dingin
Ketinggian	Pendek, Cukup, Tinggi
Kelajuan	Sangat lambat, lambat, Cepat

- Variabel dasar menyatakan Semesta Pembicaraan untuk semua variabel fuzzy dalam kumpulan istilah. Secara ringkas dapat dinyatakan dalam bentuk diagram berikut ini :



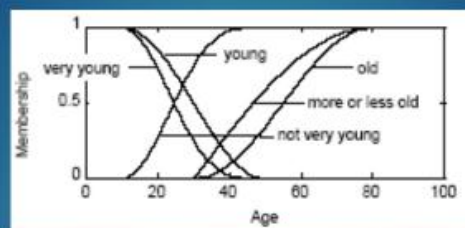
- Dalam sistem pakar fuzzy (fuzzy expert system), variabel linguistik digunakan pada aturan-aturan fuzzy (fuzzy rules). Perhatikan contoh dibawah ini:

1. R1 IF Kelajuan rendah
THEN Buat akselerasi menjadi tinggi
2. R2 IF Suhu udara rendah
AND Tekanan cukup
THEN Buat kelajuan menjadi rendah

- Jangkauan (range) nilai yang mungkin dalam variabel linguistik disebut sebagai *universe of discourse*.
- Sebagai contoh "kelajuan" dalam R1 dapat memiliki range antara 0 sampai 200 km/jam.
- Karena "kelajuan rendah" menempati sebagian segmen dari universe of discourse.

Istilah Utama (Primary Term) dan Istilah Termodifikasi (Modified Term)

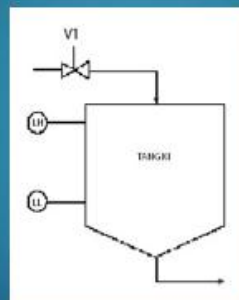
- Istilah Utama adalah sebuah istilah atau sebuah himpunan yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Misalnya himpunan fuzzy :
"Tua" (Old) dan "Muda" (young).
- Sedangkan Istilah Termodifikasi adalah himpunan atau istilah yang diturunkan dari Istilah Utama. Misalnya :
"Sangat Muda" (Very Young) dan "Tidak Sangat Muda" (Not Very Young).



Istilah Utama (old, young) dan Istilah Termodifikasi (very young, not very young, more or less old)

Contoh Kasus : Pengontrol Tangki

- Sebuah Kontrol Fuzzy yang diterapkan pada Tangki (pada pabrik semen) seperti diperlihatkan dalam gambar :



- ▶ Sistem kontrol disini bertujuan untuk mengatur pemasukan semen sehingga aliran menjadi konstan. Dalam diagram terlihat rancangan terdiri dari :
 - ▶ Sebuah tangki, 2 buah sensor (LL dan LH), dan sebuah kran atau valve (v_1).
 - ▶ Sensor LL dan LH berfungsi untuk mengamati ketinggian (level) material (semen) dalam tangki.
 - ▶ Jika ketinggian material dalam tangki setinggi LL maka sistem akan membuka kran v_1 ($v_1 = 1$).

- ▶ Dan material akan mengalir masuk ke dalam tangki. Dan jika ketinggian material sudah mencapai level LH maka sistem akan menutup kran v_1 ($v_1 = 0$). Sehingga material berhenti masuk ke tangki. Sensor LL akan bernilai 1 jika di atas tanda LL dan bernilai 0 jika di bawah tanda LL.
- ▶ Jika dinyatakan dengan logika biner maka kondisi diatas dapat dinyatakan (cara1) :

$$v_1 = \begin{cases} 1, & \text{jika LL bernilai 0} \\ 0, & \text{jika LH bernilai 1} \end{cases}$$

- ▶ Seorang operator yang bertanggung jawab untuk membuka dan menutup kran v_1 mungkin akan menyatakan cara untuk mengontrol kran itu dengan pernyataan - pernyataan berikut (cara2) :
 - Jika level **rendah** maka buka v_1
 - Jika level **tinggi** maka tutup v_1

- ▶ Cara 1 merupakan cara lama yang cocok dengan PLC (Programmable Logic Controller) dengan memakai logika Boole.
- ▶ Sedangkan cara 2 adalah cara pengaturan yang sesuai dengan Pengontrol Fuzzy dengan memakai Logika Fuzzy.
- ▶ Pernyataan – pernyataan dalam cara2 disebut dengan *Aturan Fuzzy* (Fuzzy Rule)

Contoh

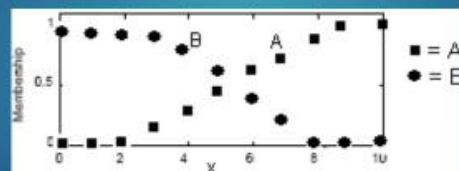
1. Gambarkan kurva dari himpunan fuzzy A dan B yang dinyatakan dengan :

$$A = \{(0,0), (1,0), (2,0), (3,0.1), (4,0.3), (5,0.5), (6,0.7), (7,0.8), (8,0.9), (9,1), (10,1)\}$$

$$B = \{(0,1), (1,1), (2,1), (3,1), (4,0.8), (5,0.6), (6,0.4), (7,0.2), (8,0), (9,0), (10,0)\}$$

Dimana Semesta $U = \{0,1,2,\dots,10\}$

Jawab :



2. Gambarkan kurva dari himpunan fuzzy yang menyatakan Temperatur ruang *Sejuk*(cool) , *Sedang* (good) , dan *Hangat* (warm) yang dinyatakan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

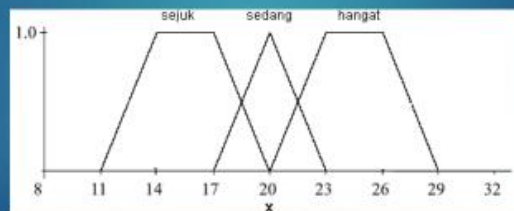
$$\text{Sedang}(17,20,23,x) = \begin{cases} \frac{x-17}{20-17}, & 17 \leq x \leq 20 \\ \frac{23-x}{23-20}, & 20 \leq x \leq 23 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Sejuk}(11,14,17,20,x) = \begin{cases} \frac{x-11}{14-11}, & 11 \leq x \leq 14 \\ 1, & 14 \leq x \leq 17 \\ \frac{20-x}{20-17}, & 17 \leq x \leq 20 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Hangat}(11,14,17,20,x) = \begin{cases} \frac{x-20}{23-20}, & 20 \leq x \leq 23 \\ 1, & 23 \leq x \leq 26 \\ \frac{29-x}{29-26}, & 26 \leq x \leq 29 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Dimana Semesta $U = \{8,9,10,\dots,32\}$

Jawab :



7. Materi 7 (Proses Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi)

Materi 7 Proses Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

LOGIKA FUZZY

Fuzzifikasi

- ▶ Variabel – variabel input dalam sistem kontrol fuzzy umumnya dipetakan ke dalam himpunan fuzzy. Proses untuk mengkonversikan nilai input tegas (crisp) menjadi nilai fuzzy disebut dengan fuzzifikasi.
- ▶ Fuzzifikasi adalah suatu proses pengubahan nilai tegas/real yang ada ke dalam fungsi keanggotaan.
- ▶ Aturan dasar (rule based) pada control logika fuzzy merupakan suatu bentuk aturan relasi/implikasi "Jika-Maka" atau "If – Then" seperti pada pernyataan berikut:

IF temperatur rem "warm" AND speed "not very fast"

THEN tekanan rem berkurang sedikit

Dalam contoh tersebut dua variabel input adalah "temperatur" dan "speed" dimana nilainya didefinisikan sebagai himpunan fuzzy. Sedangkan variabel output adalah "tekanan" juga didefinisikan dengan himpunan fuzzy yang nilainya misalnya adalah :

- tidak berubah (static)
- sedikit bertambah (slightly increased)
- sedikit berkurang (slightly decreased)

Dari satu rule tersebut tampaknya sangat samar karena seolah-olah hanya satu rule itu saja dapat dipakai tanpa menghiraukan logika fuzzy, tapi perlu diingat bahwa dalam pengambilan keputusan berdasarkan pada sekumpulan aturan :

- ▶ semua rule yang dipakai diperlukan untuk menentukan hasil dari rule. Dengan menggunakan fungsi keanggotaan dan nilai kebenaran dari input
- ▶ hasil tersebut akan dipetakan ke dalam fungsi keanggotaan dan nilai kebenaran pengontrol variabel output
- ▶ hasil-hasil tersebut semuanya akan digabungkan untuk menentukan nilai (jawaban) tegas (crisp). Nilai ini merupakan tekanan rem aktual. Proses untuk menentukan nilai tegas ini disebut : **defuzzifikasi**.

Ada beberapa cara untuk mendefinisikan hasil dari sebuah aturan, tetapi yang paling sederhana dan biasa dipakai adalah metode pengambilan keputusan "**Max – Min**", dimana fungsi keanggotaan output yang diberikan oleh nilai kebenaran yang dihasilkan oleh alasan – alasan (premise).

- Operasional max-min tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

Operasi Min/Irisan

$$a \wedge b = \min(a, b) = a \text{ if } a \leq b \\ = b \text{ if } a > b$$

Operasi Mak/Union

$$a \vee b = \max(a, b) = a \text{ if } a \geq b \\ = b \text{ if } a < b$$

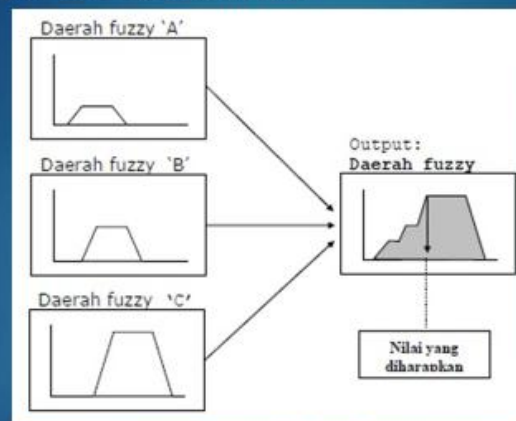
Defuzzyfikasi

- Defuzzyfikasi merupakan proses pemetaan himpunan fuzzy ke himpunan tegas (crisp). Proses ini merupakan kebalikan dari proses fuzzyfikasi. Proses defuzzyfikasi diekspresikan sebagai berikut :

$$Z^* = \text{defuzzifier}(Z)$$

- Dimana :
 - Z = Hasil penalaran fuzzy
 - Z^* = Keluaran Kontrol FL
 - Defuzzifier = Operasi defuzzier

Contoh Defuzzifikasi



Proses Defuzzifikasi

Metode dalam melakukan defuzzifikasi antara lain :

1. Metode Max (Maximum)

Metode ini juga dikenal dengan metode puncak dimana nilai keluaran dibatasi oleh fungsi:

$$\mu_C(z^*) > \mu_C^1(z)$$

2. Metode Titik Tengah (Center of Area)

Metode ini juga disebut pusat area. Metode ini lazim dipakai dalam proses defuzzikasi. Metode ini diekspresikan dengan persamaan:

$$Z^* = \frac{\int \mu_C(z) z dz}{\int \mu_C(z) dz}$$

3. Metode Rata-Rata (Average)

Metode ini digunakan untuk fungsi keanggotaan keluaran yang simetri. Persamaan dari metode ini adalah:

$$Z^* = \frac{\sum \mu_C(z) \cdot z}{\mu_C(z)}$$

4. Metode Penjumlahan Titik Tengah (Summing of center area).

Metode ini dinyatakan dengan persamaan:

$$Z^* = \frac{\int \sum 1 \mu_{ck}(z) dz_{nk}}{\int \sum 1 \mu_{cn}(z) dz}$$

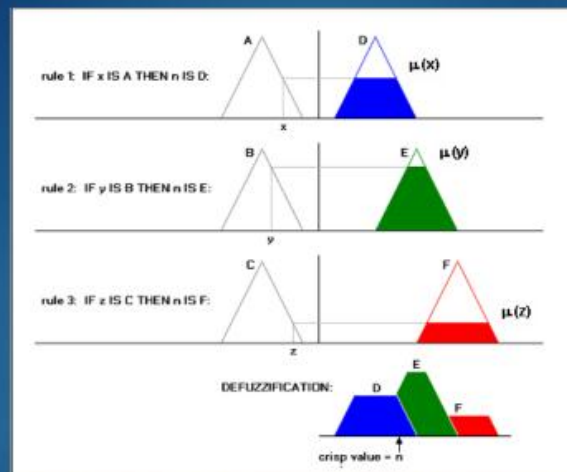
5. Metode Titik Tengah Area Terbesar

Dalam metode ini keluaran dipilih berdasarkan titik pusat area terbesar yang ada. Metode ini dinyatakan dalam bentuk:

$$Z^* = \frac{\int \mu_{cm}(z) . z dz}{\int \mu_{cm}(z) dz}$$

6. Metode yang paling populer adalah metode **Center of Mass (COM)** atau **Center of Gravity (COG)**. Disamping itu ada juga metode Tinggi (height) yaitu mencari nilai tertinggi. Metode COG akan cenderung memilih aturan dengan output luasan terbesar, sedangkan metode Tinggi akan cenderung memilih aturan dengan nilai output terbesar.

- Gambar berikut ini memperlihatkan pengambilan keputusan Max-Min dan defuzzifikasi COG pada sebuah sistem dengan variabel input "x", "y", dan "z", dan variabel output "n". Dimana $\mu(x)$, $\mu(y)$, $\mu(z)$, dan $\mu(n)$ adalah nilai kebenaran atau tingkat keanggotaan variabel – variabel x, y, z, dan n pada masing – masing himpunan fuzzy (A, B, C, D, E, F).



- Gambar Pengambilan Keputusan Max – Min dan Defuzzifikasi COG

- Perlu diperhatikan bagaimana masing-masing aturan menghasilkan nilai kebenaran atau tingkat keanggotaan bagi variabel output.
- Dalam defuzzifikasi dengan metode COG, nilai-nilai ini didapatkan dengan jalan melakukan operasi OR atau mengambil nilai maksimum dari variabel output yang dihasilkan masing-masing aturan. Kemudian dilanjutkan dengan proses perhitungan dengan metode COG.

Contoh Soal

- Misal suhu set point adalah 31°C , suhu terukur pada saat itu = 30.4°C , dan suhu terukur sebelumnya = 29.9°C , Fungsi keanggotaan error dan beda error adalah :



Gambar Fungsi keanggotaan Error (E) dan beda error (dE)

- Error pada waktu t = $30.4 - 31 = -0.6$
- Beda error adalah = $(30.4 - 31) - (29.9 - 31) = 0.5$
- Derajat keanggotaan dinyatakan dengan rumus: $\mu = (E - x_1)/(x_2 - x_1)$
- Derajat keanggotaan error pada garis NB:
 $\mu_{ENB} = (-0.6 - (-0.5))/(-0.75 - (-0.5)) = 0.4$
- Derajat keanggotaan error pada garis NS:
 $\mu_{ENS} = (-0.6 - (-0.75))/(-0.5 - (-0.75)) = 0.6$
- Karena beda error sama dengan 0.5, maka derajat keanggotaan beda error hanya ada untuk PS: $\mu_{dEPS} = 1$

Matrik keputusan untuk kendali Fuzzy adalah:

- Tabel Matrik keputusan kendali Fuzzy

E \ dE	NB	NS	NK	ZO	PK	PS	PB
NB	NSB	NSB	NSB	NB	NS	NK	ZO
NS	NSB	NSB	NB	NS	NK	ZO	PK
NK	NSB	NB	NS	NK	ZO	PK	PS
ZO	NB	NS	NK	ZO	PK	PS	PB
PK	NS	NK	ZO	PK	PS	PB	PSB
PS	NK	ZO	PK	PS	PB	PSB	PSB
PB	ZO	PK	PS	PB	PSB	PSB	PSB

Berdasarkan pada matrik keputusan di atas, maka dapat dilakukan perhitungan defuzzifikasi sebagai berikut:

- $\mu(E_{NB}, dE_{PS}) = 0.4 \rightarrow$ nilai yang lebih kecil antara nilai μE_{NB} dan $\mu Deps$

- $\mu(E_{NS}, dE_{PS}) = 0.6 \rightarrow$ nilai yang lebih kecil

dimana matrik untuk masing-masing aturan adalah:

- Matriks $(E_{NB}, dE_{PS}) = NK$
- Matriks $(E_{NS}, dE_{PS}) = ZO$

- Variable yang akan dikendalikan pada sistem pengendalian suhu ini adalah daya pemanas. Misal daya maksimum pemanas = 5000 watt.

- Dari data derajat keanggotaan dan metrik keputusan didapatkan grafik fungsi keanggotaan output terdiri dari dua segitiga (NK dan ZO) seperti pada gambar di bawah.



- Luas segitiga NK (A_1) = $(0.5 \times 0.4)/2 = 0.1$ (luas tidak ada negatif)
- Luas segitiga Z0 (A_2) = $(0.5 \times 0.6)/2 = 0.15$
- Pusat area segitiga NK (X_1) = -0.25
- Pusat area segitiga Z0 (X_2) = 0

Dengan demikian nilai output dari pengendalian fuzzy adalah:

- $U = \sum A_i X_i / \sum A_i$

Dimana:

- A_i = luas segitiga ke-i
- X_i = pusat area segitiga ke-i
- $U = \{(0.1 \times (-0.25)) + (0.15 \times 0)\} / (0.1 + 0.15) = -0.1 \times 5000$
 $U = -500W.$

8. Materi 8 (Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani dan Sugeno)

Materi 8 Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani dan Sugeno

LOGIKA FUZZY

Metode Mamdani

- ▶ Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:
 1. Pembentukan himpunan fuzzy
 2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan)
 3. Komposisi aturan
 4. Penegasan (defuzzy)

1. Pembentukan himpunan fuzzy

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).

a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union).

Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

dengan:

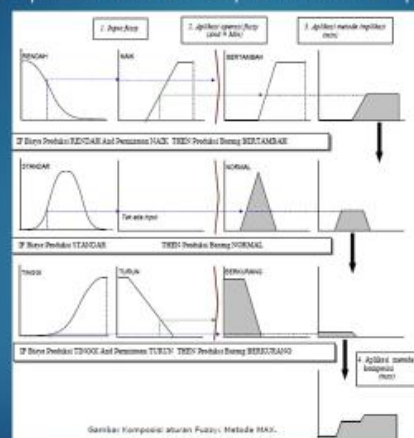
$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan **solusi fuzzy** sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan **konsekuen fuzzy** aturan ke-i;

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut:

- [R1] IF Biaya Produksi RENDAH And Permintaan NAIK
THEN Produksi Barang BERTAMBAH;
- [R2] IF Biaya Produksi STANDAR
THEN Produksi Barang NORMAL;
- [R3] IF Biaya Produksi TINGGI And Permintaan TURUN
THEN Produksi Barang BERKURANG;

Proses inferensi dengan menggunakan metode Max dalam melakukan komposisi aturan seperti terlihat pada Gambar :



- Apabila digunakan fungsi implikasi MIN, maka metode komposisi ini sering disebut dengan nama MAX-MIN atau MIN-MAX atau MAMDANI.

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(x_i) = \min(1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i))$$

dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan **solusi fuzzy** sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan **konsekuen fuzzy** aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}(x_i) = (\mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) - (\mu_{sf}(x_i) * \mu_{kf}(x_i))$$

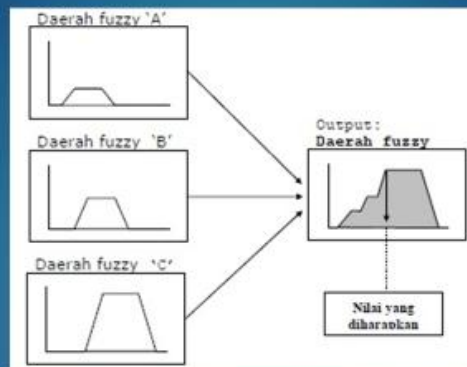
dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan **solusi fuzzy** sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan **konsekuen fuzzy** aturan ke-i;

4. Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output seperti terlihat pada Gambar



- Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan MAMDANI, antara lain:

a. Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int_z z\mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz}$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

b. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$z^* \text{ sedemikian hingga } \int_{\mathcal{R}_1}^p \mu(z) dz = \int_p^{\mathcal{R}_n} \mu(z) dz$$

c. Metode Mean of Maximum (MOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode Largest of Maximum (LOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Metode Sugeno

- Penalaran dengan metode SUGENO hampir sama dengan penalaran MAMDANI, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi- Sugeno Kang pada tahun 1985.

a. Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Nol adalah:

$F(x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } (x_3 \text{ is } A_3) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

b. Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO Orde-Satu adalah:

$$\text{IF}(x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke- i sebagai anteseden, dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode SUGENO, maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

Contoh Kasus

- ▶ Suatu perusahaan tekstil akan memproduksi pakaian dengan jenis XYZ. Dari 1 bulan terakhir, permintaan terbesar mencapai 5000 potong per hari, dan permintaan terkecil mencapai 1000 potong per hari. Persediaan barang di gudang tiap bulan paling banyak 600 potong, dan persediaan terkecil mencapai 100 potong per bulan. Dikarenakan memiliki keterbatasan, perusahaan ini hanya mampu memproduksi pakaian paling banyak 7000 potong per hari. Untuk efisiensi, mesin dan SDM setiap hari diharapkan perusahaan memproduksi paling tidak 2000 potong pakaian.
- ▶ **Berapa potong pakaian jenis XYZ yang harus diproduksi apabila terdapat permintaan sejumlah 4000 potong dan persediaan di gudang terdapat 300 potong.**

Contoh kasus (Rule)

- ▶ [R1] : IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian BERKURANG
- ▶ [R2] : IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERKURANG
- ▶ [R3] : IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian BERTAMBAH
- ▶ [R4] : IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERTAMBAH

Penyelesaian

Untuk menyelesaikan masalah tersebut perhatikan variable yang digunakan dalam proses fuzzifikasi yang harus Kita lakukan.

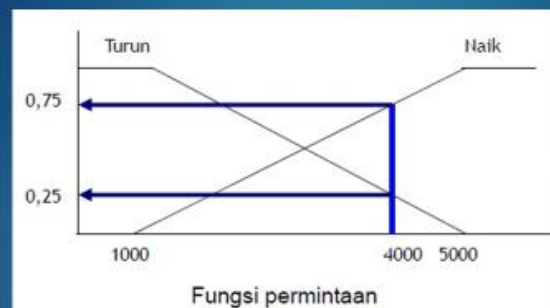
► Input :

1. Permintaan [1000 5000] {TURUN NAIK}

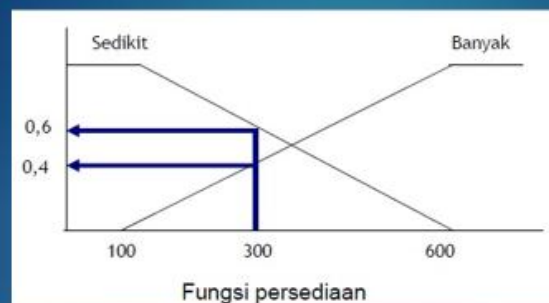
2. Persediaan [100 600] {SEDIKIT BANYAK}

► Output: Jumlah Produksi [2000 7000] {BERKURANG BERTAMBAH}

Representasi Fuzzy Input Permintaan



Representasi Fuzzy Input Persediaan



Representasi Fuzzy Output Jumlah Produksi



- ▶ Perhatikan aturan yang digunakan berdasarkan input yang diberikan pada masalah
- ▶ **Berapa potong pakaian jenis X, Y, dan Z yang harus diproduksi apabila terdapat permintaan sejumlah 4000 potong dan persediaan digudang terdapat 300 potong.**
- ▶ 4000 : termasuk dalam kategori turun dan naik
- ▶ 300 : termasuk dalam kategori banyak dan sedikit
- ▶ **Jadi, Semua Aturan/ Rule digunakan**

Proses Implikasi [R1]

- ▶ IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian BERKURANG

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat_1} &= \min(\mu_{TURUN}[4000], \mu_{BANYAK}[300]) \\ &= \min(0,25; 0,4) \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

- ▶ Lihat Himpunan Berkurang pada Output

$$\begin{aligned} (7000 - z)/(7000 - 2000) &= 0,25 \\ z_1 &= 5750 \end{aligned}$$

Proses Implikasi [R2]

- IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERKURANG

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat_2} &= \min(\mu_{TURUN}[4000], \mu_{SEDIKIT}[300]) \\ &= \min(0,25; 0,6) \\ &= 0,25\end{aligned}$$

- Lihat Himpunan Berkurang pada Output

$$\begin{aligned}(7000 - z)/(7000 - 2000) &= 0,25 \\ z_2 &= 5750\end{aligned}$$

Proses Implikasi [R3]

- IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERKURANG

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat_3} &= \min(\mu_{NAIK}[4000], \mu_{BANYAK}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,4) \\ &= 0,4\end{aligned}$$

- Lihat Himpunan Berkurang pada Output

$$\begin{aligned}(z - 2000)/(7000 - 2000) &= 0,4 \\ z_3 &= 4000\end{aligned}$$

Proses Implikasi [R4]

- IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERKURANG

$$\begin{aligned}\alpha_{predikat_4} &= \min(\mu_{NAIK}[4000], \mu_{SEDIKIT}[300]) \\ &= \min(0,75; 0,6) \\ &= 0,6\end{aligned}$$

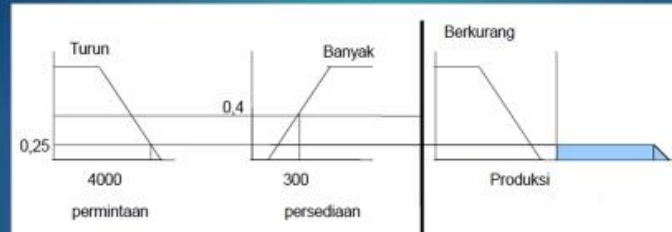
- Lihat Himpunan Berkurang pada Output

$$\begin{aligned}(z - 2000)/(7000 - 2000) &= 0,6 \\ z_4 &= 5000\end{aligned}$$

PENALARAN MAMDANI

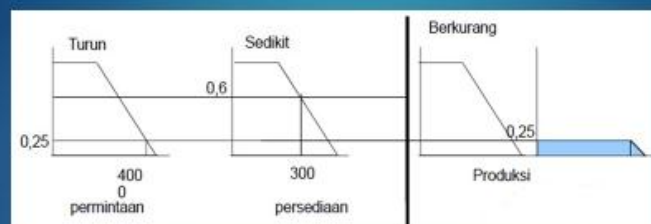
[R1]

- IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian BERKURANG



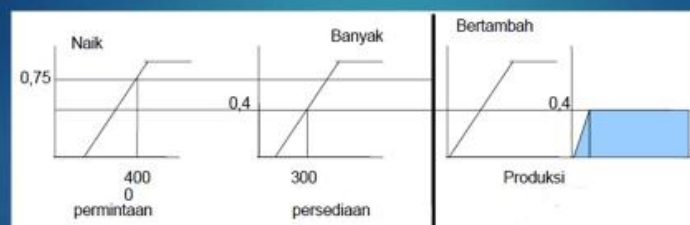
[R2]

- IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERKURANG



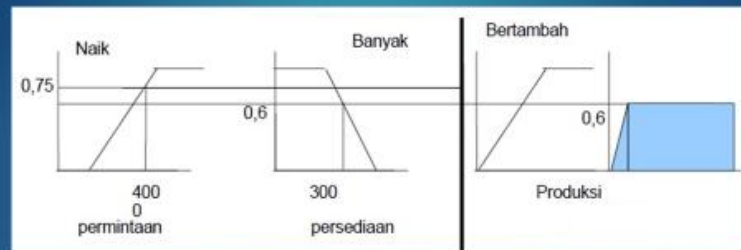
[R3]

- IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian BERTAMBAH



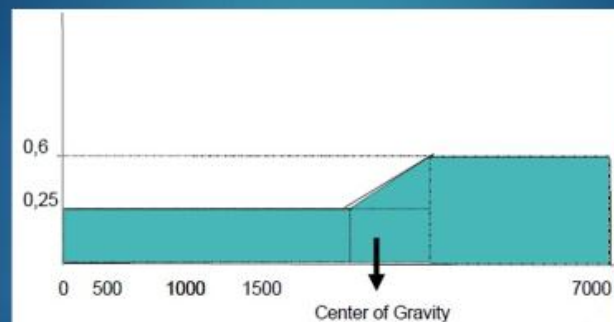
[R4]

- IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian BERTAMBAH



(AGREGASI/KOMPOSISI)

- Menggunakan Nilai Maksimum Dari Daerah Hasil setiap Rule



- Center of Gravity
- LOM : Mencari nilai z terbesar dari nilai μ_f maksimum
- SOM : Mencari nilai z terkecil dari nilai μ_f maksimum
- MOM : Mencari rata-rata z dari nilai μ_f maksimum

Center of Gravity

$$z = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \qquad z = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

LOM (largest of maximum method)

- Mengambil nilai z terbesar dari nilai derajat keanggotaan($\mu(z)$) yang maksimal

Rule	$\mu(z)$	Z
1	0,25	5750
2	0,25	5750
3	0,4	4000
4	0,6	5000
5	0,6	3000

- Nilai LOM = 5000

SOM (smallest of maximum method)

- Mengambil nilai z terkecil dari nilai derajat keanggotaan($\mu(z)$) yang maksimal

Rule	$\mu(z)$	Z
1	0,25	5750
2	0,25	5750
3	0,4	4000
4	0,6	5000
5	0,6	3000

- Nilai SOM = 3000

MOM (mean of maximum method)

- Mengambil nilai z rata-rata dari nilai derajat keanggotaan ($\mu(z)$) yang maksimal

Rule	$\mu(z)$	z
1	0,25	5750
2	0,25	5750
3	0,4	4000
4	0,6	5000
5	0,6	3000

- Nilai SOM = $(5000+3000) / 2 = 4000$

Bisector (membagi domain hasil menjadi 2)

- Membagi 2 area dari derajat keanggotaan yang diperoleh
- Mengambil nilai z lebih besar dari hasil pembagian di atas

Rule	$\mu(z)$	z
1	0,25	5750
2	0,25	5750
3	0,4	4000
4	0,6	5000
5	0,6	3000

-Sum $\mu(z) = 2,1$

-Sum $\mu(z) / 2 = 1,05$

Ambil nilai z dari yang hasil penjumlahan

$\mu(z) \geq 1,05 \rightarrow 5000$

PENALARAN SUGENO

- [R1] : IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian Permintaan -Persediaan
- [R2] : IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian $1.25 * \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$
- [R3] : IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK THEN Produksi Pakaian Permintaan
- [R4] : IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT THEN Produksi Pakaian 5700

Penyelesaian Kasus (Sama seperti diatas)

- ▶ Fuzzifikasi dan proses mendapatkan derajat keanggotaan sama dengan Mamdani dan Tsukamoto
- ▶ Pada saat membaca output aturan yang berbeda
- ▶ R1 : $\alpha_{predikat1} = 0,25 \rightarrow (4000-300)$
- ▶ R2 : $\alpha_{predikat2} = 0,25 \rightarrow (1.25 \cdot 4000-300)$
- ▶ R3 : $\alpha_{predikat3} = 0,4 \rightarrow (4000)$
- ▶ R3 : $\alpha_{predikat4} = 0,6 \rightarrow (5700)$

Penyelesaian (Defuzzifikasi)

- ▶ Menggunakan Metode Weighted Average
- ▶ Hasil Defuzzifikasi = 4746,67

Penugasan

- ▶ Mencari Jurnal / Paper tentang Fuzzy Expert System
- ▶ Informasi yang harus didapatkan:
 - Variabel Fuzzy dan Metode Representasi
 - Metode Penalaran yang digunakan
- ▶ Mamdani / Tsukamoto/Sugeno

9. Materi 9 (Simulasi Fuzzy dengan Tool Box MATLAB)

Materi 9 Simulasi Fuzzy dengan Tool Box MATLAB

LOGIKA FUZZY

Sekilas Fuzzy Logic Toolbox

- ▶ *Fuzzy Logic Toolbox* adalah sekumpulan *tool* yang akan membantu merancang sistem fuzzy untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti automatic control, signal processing, identification system, pattern recognition, time series prediction, data mining, dan bahkan financial applications.
- ▶ *Fuzzy Logic Toolbox* sangat *user friendly*, memungkinkan untuk berkreasi dengan bebas dalam rancang bangun *Fuzzy Inference System* (FIS).

lanjutan

- ▶ Contohnya, mengganti fungsi-fungsi bawaan (*default*) MATLAB yang dipakai dalam lima tahap pembangunan FIS dengan fungsi buatan sendiri : fungsi keanggotaan, operator AND, operator OR, metode agregasi, dan metode defuzzifikasi.
- ▶ Semua *tool* dalam *Fuzzy Logic Toolbox* dikelompokkan menjadi tiga kategori:
 1. *Command lines*
 2. *Graphical User Interface*
 3. *Simulink Block*

Command lines

- ▶ *Fuzzy Logic Toolbox* mengijinkan untuk merancang dan membangun FIS langsung dari *Command lines*.
- ▶ Fungsi-fungsi *command lines* *Fuzzy Logic Toolbox* adalah fungsi-fungsi yang dapat dieksekusi langsung dari MATLAB Prompt. Sebagian besar fungsi ini ditulis dalam bentuk *M-Files*. *File-file* ini dapat dilihat dengan perintah:

Type nama_fungsi

- ▶ Sekali membuat *file* baris-baris perintah tersebut, modifikasi selanjutnya akan terasa lebih ringan.

Graphical User Interface

- ▶ GUI memungkinkan mengakses banyak fungsi-fungsi yang tersedia dalam *Fuzzy Logic Toolbox*. Sebenarnya *Fuzzy Logic Toolbox* lebih membantu penyelesaian kerja dalam rancang bangun FIS, meskipun bisa melakukannya dari *command lines*.
- ▶ GUI sangat cocok untuk pemula, sementara *command lines* ditunjukan untuk pemakai yang sudah berpengalaman.

- ▶ *Fuzzy Logic Toolbox* menyediakan 5 jenis GUI untuk keperluan rancang bangun FIS:

1. *FIS Editor*
2. *Membership Function Editor*
3. *Rule Editor*
4. *Rule Viewer*
5. *Surface Viewer*

- ▶ Semua GUI tersebut saling mempengaruhi, dalam arti perubahan yang dibuat dalam satu GUI akan mempengaruhi GUI yang lain dan bisa membuka satu persatu atau secara bersamaan seluruh GUI tersebut.

- ▶ Disamping kelima GUI itu, *Fuzzy Logic Toolbox* juga menyediakan *ANFIS Editor* GUI untuk membangun dan menganalisis *Adaptive Neural FIS* (ANFIS) tipe Sugeno.

Perbandingan FIS Tipe Mamdan dan Sugeno

- ▶ Kelebihan FIS tipe Sugeno :

1. Efisien dalam komputasi
2. Cocok untuk pemodelan-pemodelan sistem linier, seperti PID control
3. Cocok untuk digabung dengan teknik optimisasi dan adaptif
4. Menjamin kontinuitas keluaran
5. Memungkinkan dilakukan analisis matematis

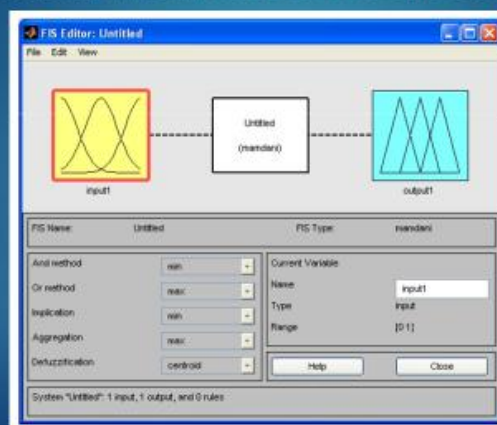
- Kelebihan FIS tipe Mamdani :
 1. Bersifat intuitif
 2. Diterima secara luas
 3. Sangat cocok diberi human input
- Fuzzy Logic Toolbox menyediakan fungsi **mam2sug** yang akan mengonversi FIS tipe Mamdani menjadi tipe Sugeno.

Contoh Studi Kasus

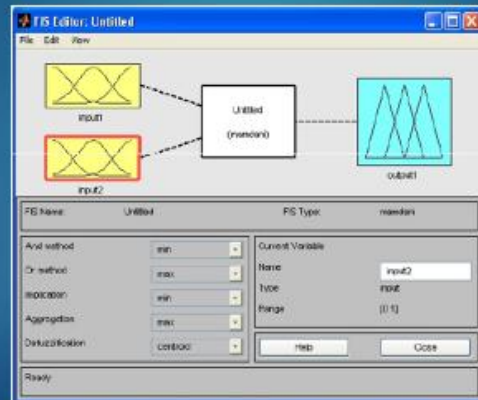
Pelayan restoran sering mendapat uang tip (bonus) dari pelanggan yang makan di sana. Besar uang tip bergantung pada dua kriteria, yaitu kualitas pelayanan dan kualitas makanan. Jika pelanggan merasa puas dengan pelayanan dan makanan di restoran, pelanggan tidak akan segan memberi bonus yang besar kepada pelayan. Sebaliknya jika pelayanan kurang memuaskan atau makanan kurang enak, pelanggan mungkin memberikan uang bonus yang kecil atau tidak ada sama sekali. Batasan tentang "kualitas pelayanan", "kualitas makanan", dan berapa besar uang tip tidaklah jelas, oleh karena itu bersifat fuzzy. Rancanlah sebuah FIS untuk masalah ini.

Memulai FLT

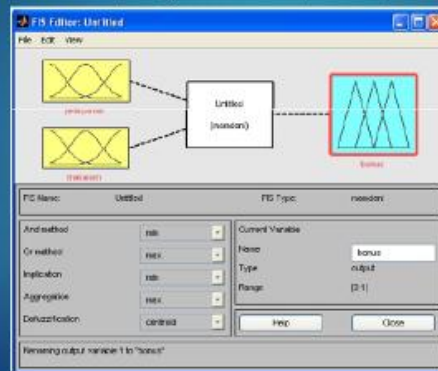
- Ketikkan Fuzzy pada prompt MATLAB, maka akan muncul FIS Editor berikut:



- Variabel linguistik adalah pelayanan, makanan, dan bonus.
- Dari FIS editor, pilih File → Add → Variable Input

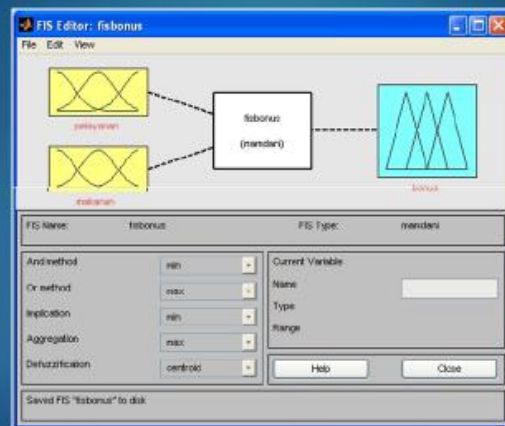


- Klik gambar Input1, ganti namanya menjadi "pelayanan" pada kotak Current Variable, lalu tekan Enter.
- Untuk gambar Input2, ganti namanya menjadi "makanan"
- Untuk gambar Output, ganti namanya menjadi "bonus"
- Hasil:



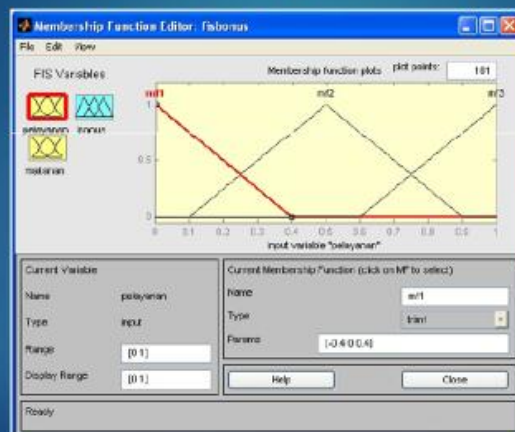
- Simpan FIS ke memori dengan memilih:
File → Export → To Workspace
dan pada field Workspace Variable isikan nama **fisbonus**, lalu tekan OK.
- Untuk menyimpan ke memori, pilih:
File → Export → To Disk
dan simpan dengan nama fisbonus.

► Hasil :



Membership Function Editor

► Dari FIS editor, pilih: Edit → Membership Functions



- Ada tiga variabel FIS di sudut kiri atas, yaitu pelayanan, makanan, dan bonus.
- Pelayanan memiliki tiga terma, yaitu mengecewakan, bagus, dan memuaskan.
- Klik variabel FIS pelayanan, lalu klik kurva mf1, kemudian isikan/ganti parameter-parameter berikut pada setiap field:
 1. Nama: mengecewakan
 2. Range: [0 10]
 3. Display Range: [0 10]
 4. Type: gaussmf
 5. Params: nilai default yang terdiri dari standard deviasi dan mean (bisa diubah)

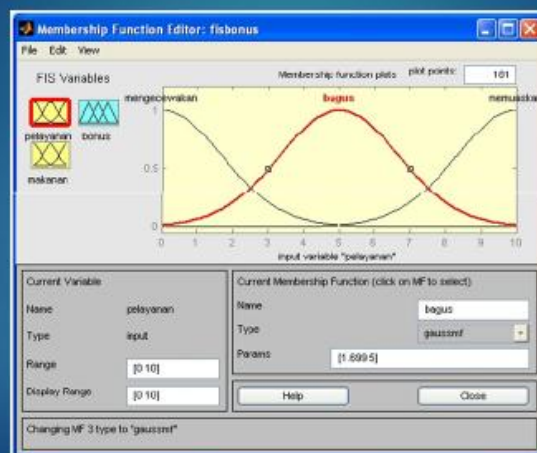
- Klik kurva mf2, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut pada setiap field:

1. Nama: bagus
2. Range: [0 10]
3. Display Range: [0 10]
4. Type: gaussmf
5. Params: nilai default yang terdiri dari standard deviasi dan mean (bisa diubah)

- Klik kurva mf3, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut pada setiap field:

1. Nama: memuaskan
2. Range: [0 10]
3. Display Range: [0 10]
4. Type: gaussmf
5. Params: nilai default yang terdiri dari standard deviasi dan mean (bisa diubah)

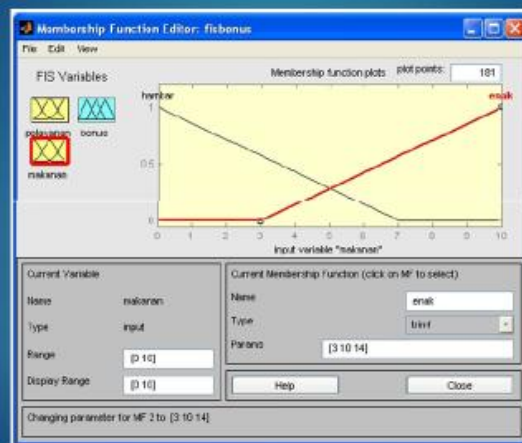
- Hasil :



- Makanan memiliki termahambar dan enak.
- Klik variabel makanan, lalu klik mf2
- Hapus mf2 dari EditRemove Selected MF
- Ubah Range manjadi [0 10] dan Display Range menjadi [0 10]
- Klik kurva mf1, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut parameter pada setiap field:
 1. Nama: hambar
 2. Range: [0 10]
 3. Display Range: [0 10]
 4. Type: trimf
 5. Params: [-4 0 7]

- Klik kurva mf1, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut pada setiap field:
 1. Nama: enak
 2. Range: [0 10]
 3. Display Range: [0 10]
 4. Type: trimf
 5. Params: [3 10 14]

► Hasil :



- Bonus memiliki terma sedikit, sedang, dan banyak.
- Klik kurva mf1, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut pada setiap field:

1. Nama: sedikit
2. Range: [0 30]
3. Display Range: [0 30]
4. Type: trimf
5. Params: [0 5 10]

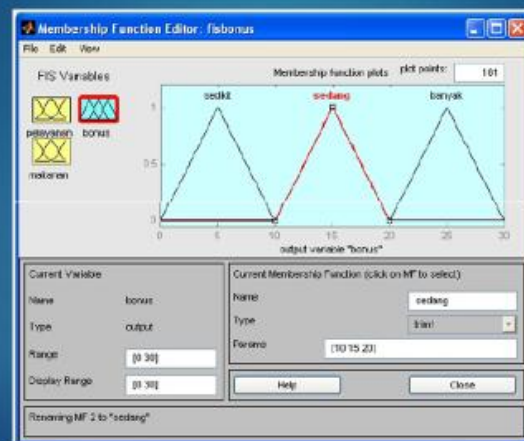
- Klik kurva mf2, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut pada setiap field:

1. Nama: sedang
2. Range: [0 30]
3. Display Range: [0 30]
4. Type: trimf
5. Params: [10 15 20]

- Klik kurva mf3, kemudian isikan/ganti parameterparameter berikut pada setiap field:

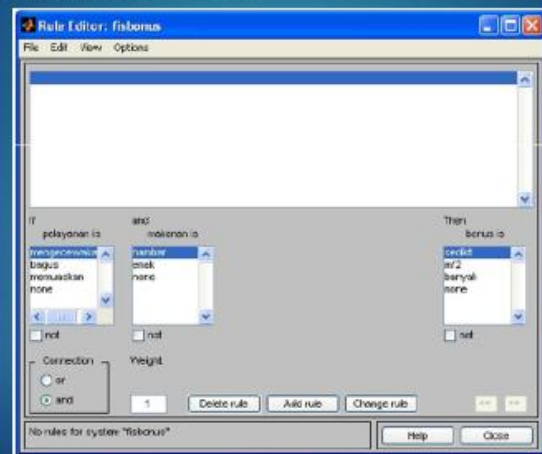
1. Nama: banyak
2. Range: [0 30]
3. Display Range: [0 30]
4. Type: trimf
5. Params: [20 25 30]

- Hasil :



Rule Editor

- Dari FIS editor, pilih: Edit → Rules

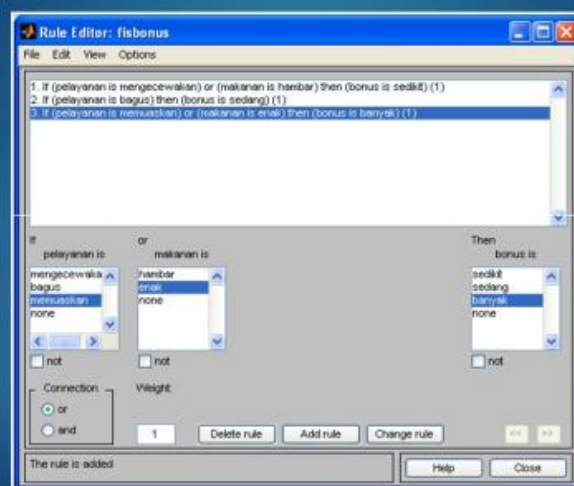


- Menyisipkan kaidah IF-THEN pertama:
IF (pelayanan is mengecewakan) or (makanan is hambar) THEN
bonus is sedikit
- Di bawah variabel pelayanan pilih mengecewakan
- Di bawah variabel makanan pilih hambar
- Di bawah variabel bonus pilih sedikit
- Isi bobot Weight dengan 1
- Klik Add Rule

- Menyisipkan kaidah IF-THEN pertama:
IF (pelayanan is bagus) THEN bonus is sedang
- Di bawah variabel pelayanan pilih bagus
- Di bawah variabel makanan pilih none
- Di bawah variabel bonus pilih banyak
- Isi bobot Weight dengan 1
- Klik Add Rule

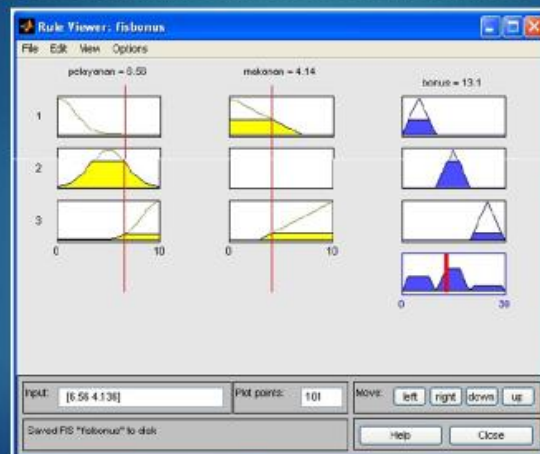
- Menyisipkan kaidah IF-THEN pertama:
IF (pelayanan is memuaskan) or (makanan is enak) THEN bonus is banyak
- Di bawah variabel pelayanan pilih memuaskan
- Di bawah variabel makanan pilih enak
- Di bawah variabel bonus pilih banyak
- Isi bobot Weight dengan 1
- Klik Add Rule

► Hasil :



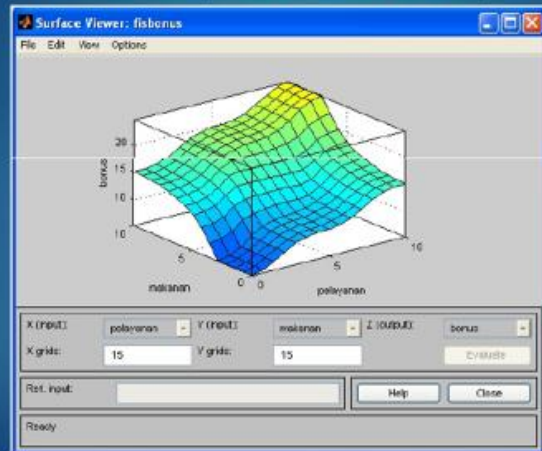
Rule Viewer

- Rule viewer menampilkan proses inferensi di dalam FIS.



Surface Viewer

- Surface Viewer menampilkan keluaran FIS dalam plot 3-D



Fungsi-Fungsi Penampil FIS

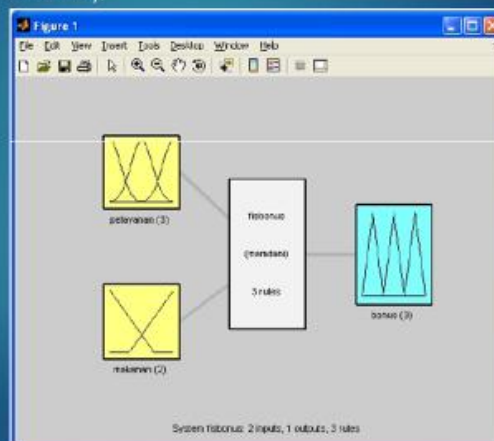
- Tiga perintah:
 1. `plotfis`
 2. `plotmf`
 3. `Gensurf`
- Ubah terlebih dahulu current directory ke direktori kerja

1. Plotfis

- Dari prompt MATLAB, ketikkan perintah-perintah berikut:

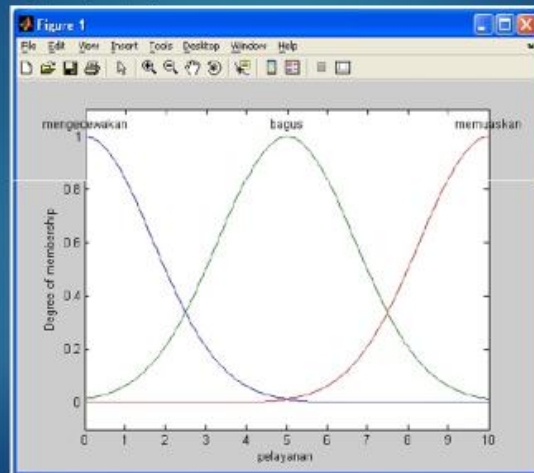
```
>> a = readfis('fisbonus');
```

```
>> plotfis(a)
```

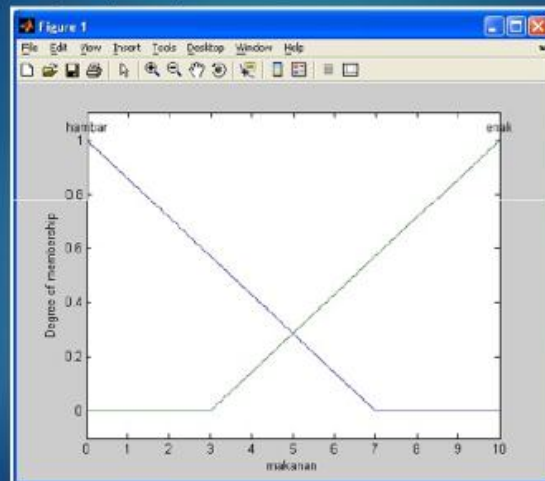


2. Plotmf

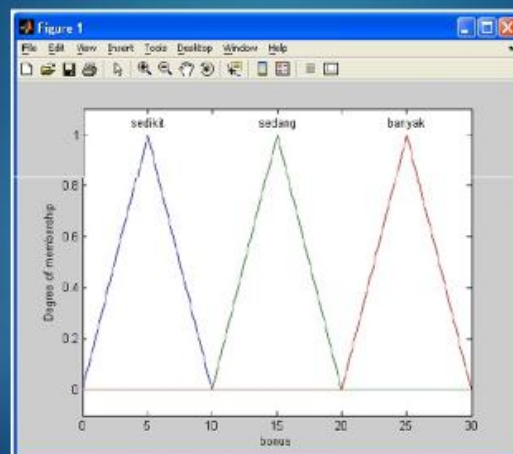
```
>> plotmf(a, 'input', 1)
```



```
>> plotmf(a, 'input', 2)
```

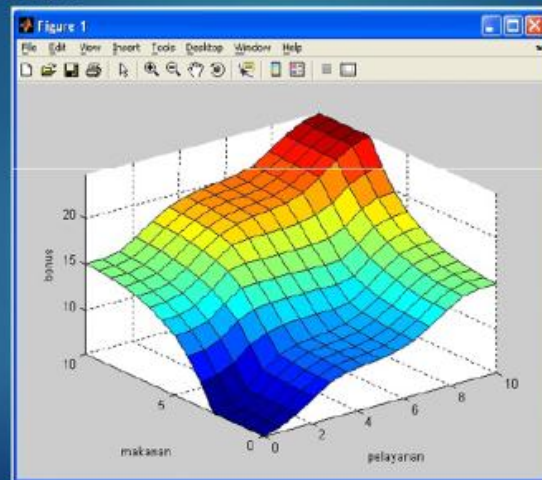


```
>> plotmf(a, 'output', 1)
```



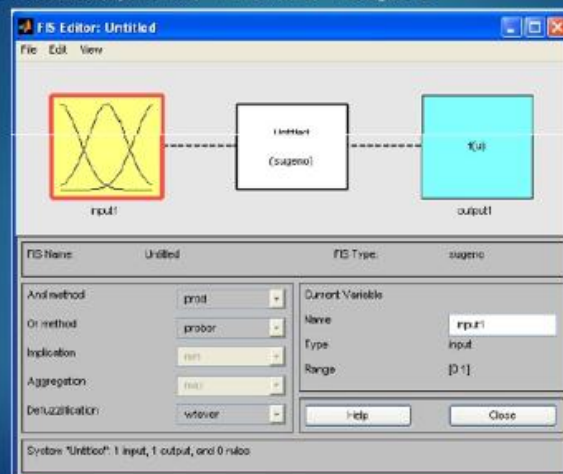
3. Gensurf

>> gensurf(a)



Membangun FIS Tipe Sugeno

- Dari FIS editor, pilih File → New FIS → Sugeno



Konversi FIS Mamdani → FIS Sugeno

```
>> fisbonus = readfis('fisbonus');
>> sgnfisbonus = mam2sug(fisbonus)
```

- Respon MATLAB:
 name: 'fisbonus'
 type: 'sugeno'
 andMethod: 'min'
 orMethod: 'max'
 defuzzMethod: 'wtaver'
 impMethod: 'min'
 aggMethod: 'max'
 input: [1x2 struct]
 output: [1x1 struct]
 rule: [1x3 struct]

10. Materi 10 (Fuzzy Clustering)

Materi 10 Fuzzy Clustering

LOGIKA FUZZY

Ukuran Fuzzy

- ▶ Teori himpunan fuzzy akan memberikan jawaban terhadap suatu masalah yang mengandung ketidakpastian
- ▶ Yang menjadi pertanyaan :
 - ▶ Seberapa besar kekaburan suatu himpunan fuzzy?
 - ▶ Seberapa sama antara 2 himpunan fuzzy?
- ▶ Pertanyaan pertama akan melahirkan konsep ukuran fuzzy (Fuzzy Measurement) dan pertanyaan kedua akan melahirkan konsep ukuran persamaan (Similarity Measurement)

- ▶ Menunjukkan derajat kekaburan dari himpunan fuzzy
- ▶ Ukuran kekaburan ditulis $f:P(X) \rightarrow R$
- ▶ Dalam mengukur nilai kekaburan fungsi f harus mengikuti hal-hal berikut :
 1. $f(A)=0$, jika dan hanya jika A crisp
 2. Jika $A < B$ maka $f(A) < f(B)$, jika $A < B$ berarti B lebih kabur atau A lebih tajam dari B
 3. $F(x)$ akan mencapai $\max \Leftrightarrow A$ benar-benar kabur secara maksimum (nilai fuzzy maks=0.5).

Indeks Kekaburan

- ▶ Indeks kekaburan adalah jarak antara suatu himpunan fuzzy A dengan Himpunan crisp terdekat.
- ▶ Himpunan crisp C terdekat dari himpunan fuzzy A dinotasikan
 - ▶ Jika $\mu_A[x] \leq 0.5$ maka $\mu_C[x] = 0$
 - ▶ Jika $\mu_A[x] \geq 0.5$ maka $\mu_C[x] = 1$
- ▶ Ada 3 kelas yang paling sering digunakan dalam mencari indeks kekaburan, yaitu:

- ▶ Hamming distance.

$$f(A) = \sum |\mu_A[x] - \mu_C[x]| \text{ atau } f(A) = \sum \min[\mu_A[x], 1 - \mu_A[x]]$$
- ▶ Euclidean distance.

$$f(A) = \{\sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^2\}^{1/2}$$
- ▶ Minkowski distance.

$$f(A) = \{\sum [\mu_A[x] - \mu_C[x]]^w\}^{1/w}$$
 dengan $w \in [1, \infty]$.

Fuzzy Entrophy

- ▶ Fuzzy entropy didefinisikan dengan fungsi:

$$f(A) = -\sum\{\mu A[x]\log \mu A[x] + [1-\mu A[x]]\log[1-\mu A[x]]\}$$

Fuzzy C-Means (FCM)

- ▶ Fuzzy clustering adalah salah satu teknik untuk menentukan cluster optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal Euclidian untuk jarak antar vektor.
 - ▶ Fuzzy C-Means (FCM) adalah suatu teknik pengclusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaan.
 - ▶ Output dari FCM bukan merupakan *fuzzy inference system*, namun merupakan deretan pusat cluster dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system*.
 - ▶ Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981.
-
- ▶ Konsep dasar FCM, pertama kali adalah menentukan pusat cluster, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap cluster.
 - ▶ Pada kondisi awal, pusat cluster ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap cluster.
 - ▶ Dengan cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang, maka akan dapat dilihat bahwa pusat cluster akan bergerak menuju lokasi yang tepat.
 - ▶ Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi obyektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut.

Algoritma FCM

1. Input data yang akan dicluster X , berupa matriks berukuran $n \times m$ (n = jumlah sampel data, m = atribut setiap data). X_{ij} = data sampel ke- i ($i=1,2,\dots,n$), atribut ke- j ($j=1,2,\dots,m$).

2. Tentukan:

▶ Jumlah cluster	=	c ;
▶ Pangkat	=	w ;
▶ Maksimum iterasi	=	$MaxIter$;
▶ Error terkecil yang diharapkan	=	ξ .
▶ Fungsi obyektif awal	=	$P_0 = 0$;
▶ Iterasi awal	=	$t = 1$;

3. Bangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i=1,2,\dots,n$; $k=1,2,\dots,c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U .

Hitung jumlah setiap kolom:

$$Q_j = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}$$

dengan $j=1,2,\dots,n$.

Hitung:

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i}$$

4. Hitung pusat cluster ke- k : V_{kj} , dengan $k=1,2,\dots,c$; dan $j=1,2,\dots,m$.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

5. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke- t , P_t :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right)$$

6. Hitung perubahan matriks partisi:

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{\frac{-1}{w-1}}}$$

dengan: $i = 1, 2, \dots, n$; dan $k = 1, 2, \dots, c$.

7. Cek kondisi berhenti:

- ▢ Jika: $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$ atau $(t > \text{MaxIter})$ maka berhenti;
- ▢ Jika tidak: $t = t+1$, ulangi langkah ke-4.

Fuzzy Subtractive Clustering

- Fuzzy C-Means (FCM) adalah algoritma pengclusteran yang terawasi, sebab pada FCM kita perlu tahu terlebih dahulu jumlah cluster yang akan dibentuk.
- Apabila jumlah cluster yang akan dibentuk belum diketahui sebelumnya, maka kita harus menggunakan algoritma yang tidak terawasi.
- *Subtractive clustering* didasarkan atas ukuran densitas (potensi) titik-titik data dalam suatu ruang (variabel).

- Konsep dasar dari *subtractive clustering* adalah menentukan daerah-daerah dalam suatu variabel yang memiliki **densitas** tertinggi terhadap titik-titik di sekitarnya.
- Titik dengan jumlah tetangga terbanyak akan dipilih sebagai pusat cluster. Titik yang sudah terpilih sebagai pusat cluster ini kemudian akan dikurangi densitasnya.
- Kemudian algoritma akan memilih titik lain yang memiliki tetangga terbanyak untuk dijadikan pusat cluster yang lain.
- Hal ini akan dilakukan berulang-ulang hingga semua titik diuji.

- ▶ Apabila terdapat N buah data: X_1, X_2, \dots, X_N dan dengan menganggap bahwa data-data tersebut sudah dalam keadaan normal, maka densitas titik X_k dapat dihitung sebagai:

$$D_k = \sum_{j=1}^N \exp \left(- \frac{\|X_k - X_j\|}{(r/2)^2} \right)$$

- ▶ dengan $\|X_k - X_j\|$ adalah jarak antara X_k dengan X_j , dan r adalah konstanta positif yang kemudian akan dikenal dengan nama *influence range* atau *jari-jari (r)*.
- ▶ Jari-jari, berupa vektor yang akan menentukan seberapa besar pengaruh pusat *cluster* pada tiap-tiap variabel.
- ▶ Dengan demikian, suatu titik data akan memiliki densitas yang besar jika dia memiliki banyak tetangga dekat.

- ▶ Setelah menghitung densitas tiap-tiap titik, maka titik dengan densitas tertinggi akan dipilih sebagai pusat cluster.
- ▶ Misalkan X_{c1} adalah titik yang terpilih sebagai pusat cluster, sedangkan D_{c1} adalah ukuran densitasnya. Selanjutnya densitas dari titik-titik di sekitarnya akan dikurangi menjadi:

$$D'_k = D_k - D_{c1} * \exp \left(- \frac{\|X_k - X_{c1}\|}{(r_b/2)^2} \right)$$

- ▶ dengan r_b adalah konstanta positif.

- ▶ Titik-titik yang berada dekat dengan pusat cluster u_{c1} akan mengalami pengurangan densitas besar-besaran. Titik-titik tersebut akan sangat sulit untuk menjadi pusat cluster berikutnya.
- ▶ Nilai r_b menunjukkan suatu lingkungan yang mengakibatkan titik-titik berkurang ukuran densitasnya. Biasanya r_b bernilai lebih besar dibanding dengan r , $r_b = q*r$ (biasanya *squash_factor (q)* = 1,5).

- ▶ Setelah densitas tiap-tiap titik diperbaiki, maka selanjutnya akan dicari pusat cluster yang kedua yaitu X_{c2} . Sesudah X_{c2} didapat, ukuran densitas setiap titik data akan diperbaiki kembali, demikian seterusnya.
 - ▶ Pada implementasinya, bisa digunakan 2 pecahan sebagai faktor pembanding, yaitu Accept ratio dan Reject ratio.
 - ▶ Baik accept ratio maupun reject ratio keduanya merupakan suatu bilangan pecahan yang bernilai 0 sampai 1.
 - ▶ **Accept ratio** merupakan batas bawah dimana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat cluster diperbolehkan untuk menjadi pusat cluster.
 - ▶ Sedangkan **reject ratio** merupakan batas atas dimana suatu titik data yang menjadi kandidat (calon) pusat cluster tidak diperbolehkan untuk menjadi pusat cluster.
-
- ▶ Pada suatu iterasi, apabila telah ditemukan suatu titik data dengan potensi tertinggi (misal: X_k dengan potensi D_k), kemudian akan dilanjutkan dengan mencari Rasio potensi titik data tersebut dengan potensi tertinggi suatu titik data pada awal iterasi (misal: X_n dengan potensi D_n).
 - ▶ Hasil bagi antara D_k dengan D_n ini kemudian disebut dengan **Rasio** ($\text{Rasio} = D_k/D_n$).
-
- ▶ Ada 3 kondisi yang bisa terjadi dalam suatu iterasi:
 - ▶ Apabila **$\text{Rasio} < \text{Accept ratio}$** , maka titik data tersebut diterima sebagai pusat cluster baru.
 - ▶ Apabila **$\text{Reject Ratio} < \text{Rasio} < \text{Accept ratio}$** , maka titik data tersebut baru akan diterima sebagai pusat cluster baru hanya jika titik data tersebut terletak pada jarak yang cukup jauh dengan pusat cluster yang lainnya (hasil penjumlahan antara Rasio dan jarak terdekat titik data tersebut dengan suatu pusat cluster lainnya yang telah ada ≥ 1). Apabila hasil penjumlahan antara Rasio dan jarak terdekat titik data tersebut dengan pusat cluster lainnya yang telah ada < 1 , maka selain titik data tersebut tidak akan diterima sebagai pusat cluster, dia sudah tidak akan dipertimbangkan lagi untuk menjadi pusat cluster baru (potensinya diset sama dengan nol).
 - ▶ Apabila **$\text{Rasio} < \text{Reject ratio}$** , maka sudah tidak ada lagi titik data yang akan dipertimbangkan untuk menjadi kandidat pusat cluster, iterasi dihentikan.



Perbedaan FCM & Subtractive

- ▶ Pada metode FCM pusat cluster bisa jadi bukan merupakan salah satu dari data yang dicluster. Pada metode subtractive clustering, suatu pusat cluster pasti merupakan salah satu data yang ikut dicluster, yaitu data dimana derajat keanggotaannya pada cluster tersebut sama dengan 1.
- ▶ Penjumlahan semua derajat keanggotaan pada FCM selalu bernilai sama dengan 1. Pada metode subtractive clustering, penjumlahan semua derajat keanggotaannya belum tentu (bahkan jarang) bernilai sama dengan 1.

Algoritma Subtractive Clustering

1. Input data yang akan dicluster: X_i , dengan $i=1,2,\dots,n$; dan $j=1,2,\dots,m$.
2. Tetapkan nilai:
 - ▶ r_j (jari-jari setiap atribut data); $j=1,2,\dots,m$
 - ▶ q (squash factor);
 - ▶ $Accept_ratio$;
 - ▶ $Reject_ratio$;
 - ▶ $XMin$ (minimum data diperbolehkan);
 - ▶ $XMax$ (maksimum data diperbolehkan);

3. Normalisasi

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min_j}}{X_{\max_j} - X_{\min_j}}, \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$$

4. Tentukan potensi awal tiap-tiap titik data

► $i=1$

► Kerjakan hingga $i=n$,

► $T_i = X_i; \quad j=1, 2, \dots, m$

► Hitung:

$$\text{Dist}_{kj} = \left(\frac{T_j - X_{kj}}{r} \right) \quad j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n$$

► Hitung Potensi awal:

► Jika $m = 1$, maka

$$D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4(\text{Dist}_{k1}^2)}$$

► Jika $m > 1$, maka

$$D_i = \sum_{k=1}^n e^{-4 \left(\sum_{j=1}^m \text{Dist}_{kj}^2 \right)}$$

► $i=i+1$

5. Cari titik dengan potensi tertinggi

► $M = \max[D_i | i=1, 2, \dots, n];$

► $h = i$, sedemikian hingga $D_i = M;$

6. Tentukan pusat *cluster* dan kurangi potensinya terhadap titik-titik di sekitarnya.

► Center = []

► $V_j = X_{hj}; \quad j=1, 2, \dots, m;$

► $C = 0$ (jumlah *cluster*);

► Kondisi=1;

► $Z=M;$

► Kerjakan jika (Kondisi $\neq 0$) & (Z $\neq 0$):

► Kondisi=0 (sudah tidak ada calon pusat baru lagi);

► Rasio = Z/M.

► Jika Rasio > accept_ratio, maka Kondisi=1; (ada calon pusat baru)

► Jika tidak,

- Jika $Rasio > reject_ratio$, (calon baru akan diterima sebagai pusat jika keberadaannya akan memberikan keseimbangan terhadap data-data yang letaknya cukup jauh dengan pusat cluster yang telah ada), maka kerjakan

► $Md = -1$;

► Kerjakan untuk $i=1$ sampai $i=C$:

⊗ Hitung:

$$G_{ij} = \frac{V_j - Center_{ij}}{r}$$

$j=1,2,\dots,m$

⊗ Hitung:

$$Sd_i = \sum_{j=1}^m (G_{ij})^2$$

⊗ Jika $(Md < 0)$ atau $(Sd < Md)$, maka $Md = Sd$;

► $Smd = \sqrt{Md}$;

► Jika $(Rasio + Smd) \geq 1$, maka Kondisi = 1;
(Data diterima sebagai pusat *cluster*)

► Jika $(Rasio + Smd) < 1$, maka Kondisi = 2;
(Data tidak akan dipertimbangkan kembali sebagai pusat *cluster*).

► Jika Kondisi=1 (Calon pusat baru diterima sebagai pusat baru), kerjakan:

► $C = C+1$;

► $CC = V$;

► Kurangi potensi dari titik-titik di dekat pusat *cluster*:

► Hitung:

$$S_{ij} = \frac{V_j - X_{ij}}{r_j * q}; j = 1,2,\dots,m; i = 1,2,\dots,n.$$

► Hitung:

$$Dc_i = M * e^{-4 \left[\sum_{j=1}^m (S_{ij})^2 \right]}; i = 1,2,\dots,n$$

► $D = D - Dc$;

► Jika $D_i \leq 0$, maka $D_i = 0$; $i=1,2,\dots,n$.

► $Z = \max[D_i | i=1,2,\dots,n]$;

► Pilih $h = i$, sedemikian hingga $D_i = Z$;

- ▶ Jika Kondisi=2 (Calon pusat baru tidak diterima sebagai pusat baru), maka

- ▶ $D_h = 0$;
- ▶ $Z = \max[D_i | i=1,2,\dots,n]$;
- ▶ Pilih $h = i$, sedemikian hingga $D_i = Z$;

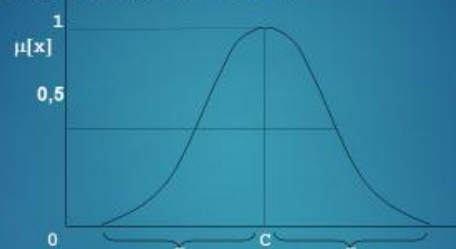
7. Kembalikan pusat *cluster* dari bentuk ternormalisasi ke bentuk semula.

- ▶ $\text{Center}_i = \text{Center}_i * (\text{XMax}_i - \text{XMin}_i) + \text{XMin}_i$;

8. Hitung nilai sigma *cluster*.

- ▶ $\sigma_i = r_i * (\text{XMax}_i - \text{XMin}_i) / \sqrt{8}$.

- ▶ Hasil dari algoritma *Subtractive Clustering* ini berupa matriks pusat *cluster* (**C**) dan *sigma* (**σ**) akan digunakan untuk menentukan nilai parameter fungsi keanggotaan Gauss:



- ▶ Dengan kurva Gauss tersebut, maka derajat keanggotaan suatu titik data X_i pada cluster ke- k , adalah:

$$\mu_{ki} = e^{-\sum_{j=1}^m \frac{(X_{ij} - c_{kj})^2}{2\sigma_j^2}}$$

11. Materi 11 (Perancangan Kontrol Fuzzy)

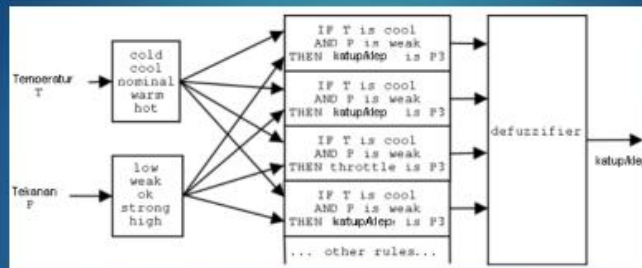
Materi 11 Perancangan Kontrol Fuzzy

LOGIKA FUZZY

- ▶ Perancangan sistem kontrol fuzzy dilakukan berdasarkan metode empiris (percobaan), yaitu dengan metode coba – coba (trial and error). Langkah – langkah umum dari proses perancangan ini adalah :
- 1. Mencatat spesifikasi operasi sistem, serta input dan output sistem
- 2. Menentukan himpunan fuzzy untuk input dan output
- 3. Menentukan aturan – aturan (rule set)
- 4. Menentukan metode defuzzifikasi
- 5. Melakukan tes untuk validasi sistem, serta lakukan pengaturan atau perubahan pada detail sistem bila diperlukan
- 6. Sistem siap untuk diaplikasikan dan diproduksi

Contoh

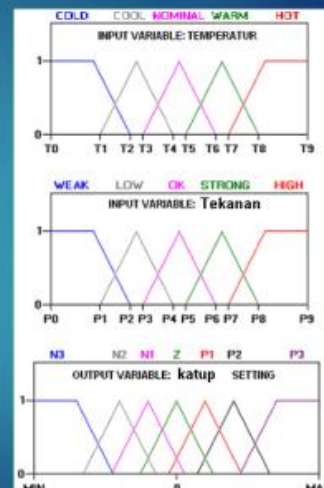
- Andaikan sebuah sistem fuzzy kontrol yang diterapkan pada turbin uap (steam turbine). Diagram blok dari sistem kontrol ini diperlihatkan dalam gambar :



Dimana variabel input dan output dinyatakan dengan himpunan fuzzy berikut ini :

Keterangan :

- N3 : Large Negatif
- N2 : Medium Negatif
- N1 : Small Negatif
- Z : Zero
- P1 : Small Positif
- P2 : Medium Positif
- P3 : Large Positif



Beberapa aturan yang dipakai dalam sistem kontrol ini adalah :

- Rule 1 : IF temperatur cool AND tekanan weak THEN katup P3
- Rule 2 : IF temperatur cool AND tekanan low THEN katup P2
- Rule 3 : IF temperatur cool AND tekanan ok THEN katup z
- Rule 4 : IF temperatur cool AND tekanan strong THEN katup N2

Dalam prakteknya sistem kontrol akan menerima input dan memetakan input tersebut ke dalam tingkat keanggotaan dan fungsi keanggotaan masing – masing input.

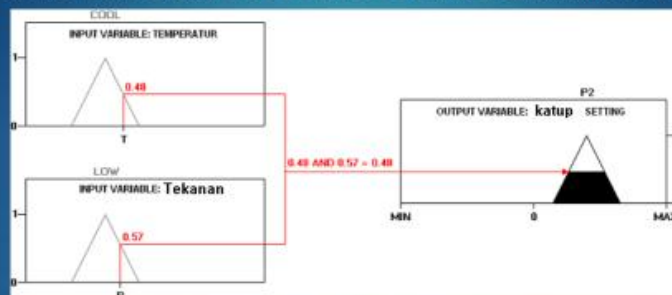
Hasil pemetaan ini selanjutnya akan dimasukkan ke dalam aturan – aturan yang berlaku dalam sistem. Jika aturan menyatakan relasi AND untuk kedua variabel input maka tingkat keanggotaan gabungan dinyatakan dengan mengambil nilai minimum dari kedua input tersebut.

Demikian juga jika dalam aturan menyatakan relasi OR maka tingkat keanggotaan gabungan dari input didapat dengan mengambil nilai maksimum dari kedua variabel input itu.

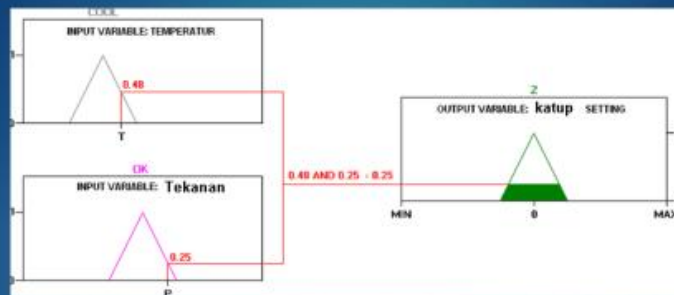
Lanjutan

Nilai variabel output dipilih dan diberi nilai berupa tingkat keanggotaan gabungan variabel input. Hasil atau output dari masing – masing aturan kemudian digabungkan dengan operasi penggabungan (Max) yaitu dengan mencari nilai maksimum. Hasil operasi penggabungan ini kemudian akan di defuzzifikasi.

Sebagai contoh misalkan saja temperatur dalam keadaan "cool" dan tekanan dalam keadaan "low" dan "ok". Nilai tekanan akan menjamin bahwa hanya rule 2 dan rule 3 yang akan diaktifkan (fired) :

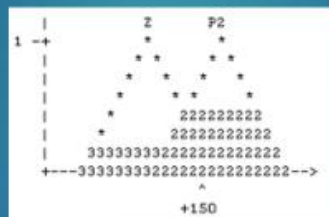


Gambar Hasil aktivasi dari rule 2



Gambar 5.6 Hasil aktivasi dari rule 3

Jika output dari rule 2 dan rule 3 digabungkan dengan operasi OR (maximum) maka didapatkan hasil seperti gambar :

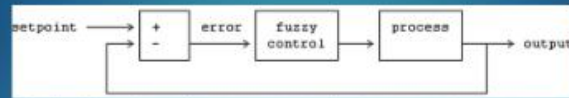


Gambar Penggabungan (OR) dari output rule 2 dan rule 3

Hasil penggabungan dari output rule 2 dan rule 3 ini kemudian akan di-defuzzifikasi dengan metode **COG**. Hasil defuzzifikasi inilah yang akan mengatur katup / klep. Setelah itu siklus kontrol akan kembali berulang untuk menghasilkan nilai variabel input dan output selanjutnya.

Membangun Sistem Kontrol Fuzzy

Andaikan kita akan membangun sistem kontrol fuzzy dengan chip mikrokontroler dan gambaran dari sistem kontrol tersebut seperti diagram di bawah ini:



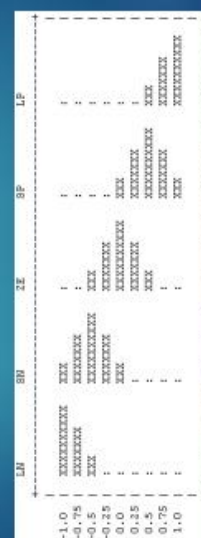
Ada 2 variabel input yaitu : error "e" dan perubahan error "delta". Himpunan fuzzy untuk variabel input dan output didefinisikan sebagai berikut :

- ▶ LP : large positif
- ▶ SP : small positif
- ▶ ZE : zero
- ▶ SN : small negatif
- ▶ LN : large negatif

Jika variabel *error* memiliki range nilai -1 sampai +1, maka dengan menggunakan Analog to Digital Converter (ADC) yang memiliki resolusi 0.25, maka himpunan fuzzy dari variabel input (juga variabel output) dapat dinyatakan seperti tabel berikut ini. Dimana nilai error, delta, maupun output berada pada baris atas dan tingkat keanggotaan untuk tiap-tiap fungsi keanggotaan disusun pada baris di bawahnya :

	-1	-0.75	-0.5	-0.25	0	0.25	0.5	0.75	1
μ_{LP}	0	0	0	0	0	0	0.3	0.7	1
μ_{SP}	0	0	0	0	0.3	0.7	1	0.7	0.3
μ_{ZE}	0	0	0.3	0.7	1	0.7	0.3	0	0
μ_{SN}	0.3	0.7	1	0.7	0.3	0	0	0	0
μ_{LN}	1	0.7	0.3	0	0	0	0	0	0

Atau kalau dinyatakan dengan grafik maka akan tampak seperti gambar (dimana setiap "x" bernilai 0.1).



Misalkan sistem fuzzy ini memiliki aturan – aturan (rule) :

- ▶ Rule 1 : IF e = ZE AND delta = ZE THEN output = ZE
- ▶ Rule 2 : IF e = ZE AND delta = SP THEN output = SN
- ▶ Rule 3 : IF e = SN AND delta = SN THEN output = LP
- ▶ Rule 4 : IF e = LP OR delta = LP THEN output = LN

Aturan – aturan biasanya sangat khas bagi aplikasi pengaturan atau kontrol dimana pada bagian "**alasan**" (antecedent) yang terdiri dari sinyal *error*(e) dan *delta*, sementara pada bagian "**akibat**" (consequent) merupakan perintah/pengaturan output. Output dari aturan dapat di- defuzzifikasi dengan metode misalnya : **COG**.

Andaikan pada waktu tertentu input sistem adalah :

e = 0.25

delta = 0.5

maka tingkat keanggotaan dari variabel input tersebut adalah :

	e	delta
mu (LP)	0	0.3
mu (SP)	0.7	1
mu (ZE)	0.7	0.3
mu (SN)	0	0
mu (LN)	0	0

Jika nilai – nilai ini dimasukkan dalam rule 1 maka akan menghasilkan :

Rule 1 : IF e = ZE AND delta = ZE THEN output = ZE

$$\mu(1) = \min(0.7, 0.3) = 0.3$$

Output(1) = 0 (nilai ini diperoleh dari metode "Tinggi" , nilai keanggotaan tertinggi dalam himpunan fuzzy ZE)

Hasil dari rule – rule yang lainnya adalah :

Rule 2 : IF e = ZE AND delta = SP THEN output = SN

$$\mu(2) = \min(0.7, 1) = 0.7$$

Output(2) = -0.5 (nilai ini diperoleh dari metode "Tinggi" , nilai keanggotaan tertinggi dalam himpunan fuzzy SN)

Rule 3 : IF e = SN AND delta = SN THEN output = LP

$$\mu(3) = \min(0.0, 0.0) = 0$$

$$\text{Output}(3) = 1.0$$

Rule 4 : IF e = LP OR delta = LP THEN output = LN

$$\mu(4) = \max(0.0, 0.3) = 0.3$$

$$\text{Output}(4) = -1.0$$

Selanjutnya dilanjutkan dengan proses defuzzifikasi dengan metode COG maka akan menghasilkan :

$$\begin{aligned} \text{COG} &= \frac{\mu(1) \cdot \text{output}(1) + \mu(2) \cdot \text{output}(2) + \mu(3) \cdot \text{output}(3) + \mu(4) \cdot \text{output}(4)}{\mu(1) + \mu(2) + \mu(3) + \mu(4)} \\ &= \frac{(0.3 \cdot 0) + (0.7 \cdot -0.5) + (0 \cdot 1) + (0.3 \cdot -1)}{0.3 + 0.7 + 0 + 0.3} \\ &= -0.5 \end{aligned}$$

Jadi didapatkan nilai akhir output adalah -0.5.

Selanjutnya jika dimisalkan **set point** pada sistem bernilai 0.25 maka nilai output yang dihasilkan sistem (-0.5) akan dibandingkan dengan nilai set point ini. Selisihnya adalah merupakan nilai **error (e)** yaitu :

$$e = \text{output} - \text{set point}$$

$$= -0.5 - 0.25 = -0.75$$

Sedangkan nilai **delta** dapat ditentukan dengan :

$$\text{delta} = -0.75 - 0.25 = -1.00 \text{ (selisih antara 2 error yang berturutan)}$$

Tingkat keanggotaan dari variabel input tersebut adalah :

	e	delta
$\mu(\text{LP})$	0	0
$\mu(\text{SP})$	0	0
$\mu(\text{ZE})$	0	0
$\mu(\text{SN})$	0.7	0.3
$\mu(\text{LN})$	0.7	1

Jika nilai – nilai ini dimasukkan dalam rule maka :

Rule 1 : IF e = ZE AND delta = ZE THEN output = ZE

$$\mu(1) = \min(0, 0) = 0$$

$$\text{Output}(1) = 0$$

Rule 2 : IF e = ZE AND delta = SP THEN output = SN

$$\mu(2) = \min(0, 0) = 0$$

$$\text{Output}(2) = -0.5$$

Rule 3 : IF e = SN AND delta = SN THEN output = LP

$$\mu(3) = \min(0.7, 0.3) = 0.3$$

$$\text{Output}(3) = 1.0$$

Rule 4 : IF e = LP OR delta = LP THEN output = LN

$$\mu(4) = \max(0, 0) = 0$$

$$\text{Output}(4) = -1.0$$

Selanjutnya dilanjutkan dengan proses defuzzifikasi dengan metode COG maka akan menghasilkan :

$$\begin{aligned}\text{COG} &= \frac{\mu(1).\text{output}(1) + \mu(2).\text{output}(2) + \mu(3).\text{output}(3) + \mu(4).\text{output}(4)}{\mu(1) + \mu(2) + \mu(3) + \mu(4)} \\ &= \frac{(0 * 0) + (0 * -0.5) + (0.3 * 1) + (0 * -1)}{0 + 0 + 0.3 + 0} \\ &= 1\end{aligned}$$

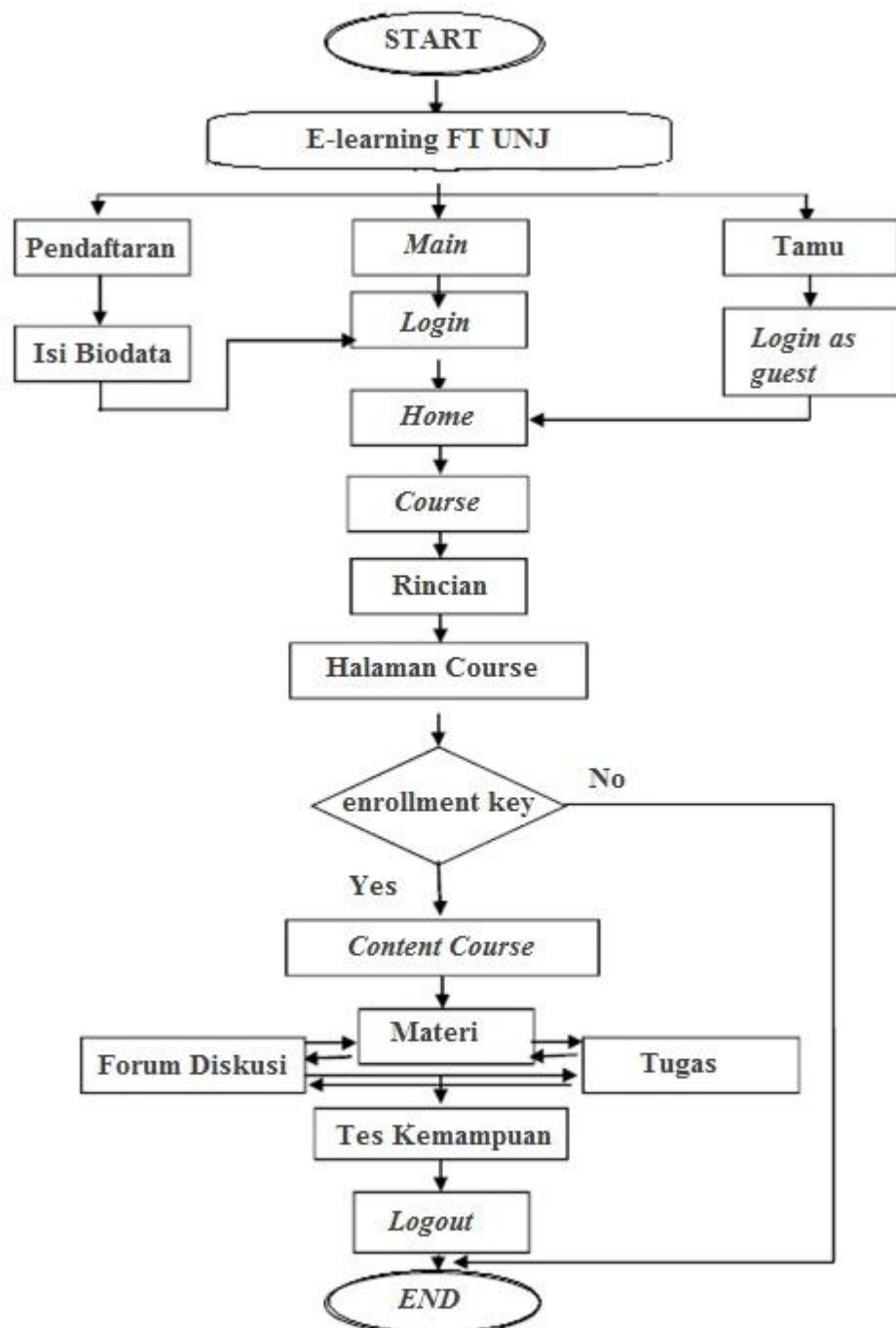
Jadi didapatkan nilai akhir output adalah 1. Demikian seterusnya sampai didapatkan nilai output yang mendekati nilai set point.

Jika kita menemui kesulitan dalam menggambarkan proses defuzzifikasi dengan metode COG maka perlu diingat bahwa centroid didefinisikan sebagai penjumlahan seluruh momen (lokasi kali massa) di sekitar pusat gravitasi dan menyamakan hasil penjumlahan tersebut dengan nol. Jadi jika pusat gravitasi dimisalkan pada titik x_0 , lokasi dari tiap – tiap massa adalah x_i , dan massa dari tiap – tiap massa adalah M_i , maka

$$\begin{aligned}0 &= (x_1 - x_0) * M_1 + (x_2 - x_0) * M_2 + \dots + (x_n - x_0) * M_n \\ 0 &= (x_1 * M_1 + x_2 * M_2 + \dots + x_n * M_n) - x_0 * (M_1 + M_2 + \dots + M_n) \\ x_0 * (M_1 + M_2 + \dots + M_n) &= x_1 * M_1 + x_2 * M_2 + \dots + x_n * M_n \\ x_0 &= \frac{x_1 * M_1 + x_2 * M_2 + \dots + x_n * M_n}{(M_1 + M_2 + \dots + M_n)}\end{aligned}$$

Dalam kenyataannya bagian yang paling berat adalah membuat rule yang benar-bebar dapat dipakai dalam praktek atau aplikasi nyata.

Lampiran 6. Desain Perancangan Rule Pengguna



Lampiran 7. Kisi-kisi Instrumen

Kisi-Kisi Instrumen Uji Coba Ahli

Aspek	Indikator	Nomor Soal		Jumlah soal
		Ahli Materi	Ahli Media	
Materi pembelajaran	Pengemasan materi	1-5		5
	Kejelasan isi materi	6-9		4
	Penguasaan materi	10-11		2
	Interaktivitas	12		1
	Media Pendukung	13-15		2
Jumlah Soal				15
Penggunaan media	Pembelajaran		1-8	8
	Navigasi		9-11	3
	Keterbacaan : • Warna • Ukuran		12-13	2
	Interaktivitas		14-15	2
	Media Pendukung		16-20	5
Jumlah Soal				20
Total Butir Soal				35

Kisi-Kisi Instrumen Uji Coba Pengguna

Aspek	Indikator	Nomor Soal	Jumlah soal
Pengaruh pada proses pembelajaran	Kejelasan isi dokumen	1-2	2
	Motivasi belajar	3	4
	Pembelajaran	4-9	6
	Penguasaan materi	10-13	4
	Latihan/Penugasan	14-16	3
Pengaruh pada proses penggunaan media	Daya tarik	17-18	2
	Navigasi	19-21	3
	Keterbacaan : <ul style="list-style-type: none"> • Warna • Ukuran 	22-25	4
Jumlah Butir Soal			25

Lampiran 8. Instrumen Ahli Media dan Rubrik

Lembar Instrumen Moodle

(Untuk Ahli Media)

Nama :

Profesi :

Petunjuk :

1. Instrumen ini bertujuan untuk mengevaluasi moodle
2. Berilah tanda ceklis (\checkmark) pada jawaban yang dianggap sesuai
3. Penilaian menggunakan skala 1-5 dengan perincian sebagai berikut :
 - a. 5 adalah sangat setuju
 - b. 4 adalah setuju
 - c. 3 adalah ragu-ragu
 - d. 2 adalah tidak setuju
 - e. 1 adalah sangat tidak setuju
4. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

I. Pembelajaran

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1.	<i>Moodle</i> sangat mudah digunakan					
2.	<i>Moodle</i> mendukung untuk melaksanakan pembelajaran secara mandiri					
3.	Pengemasan materi pada media <i>powerpoint</i> sudah bagus (tata letak gambar/tabel, ukuran					

	huruf, warna (latar belakang, huruf, rumus, gambar)					
4.	Kelas virtual dengan modul <i>virtual class WizIQ</i> dapat diatur waktu pelaksanaan sesuai sks mata kuliah sehingga dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas					
5.	Modul <i>virtual class WizIQ</i> mampu merekam proses pembelajaran yang hasilnya dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan mendata kehadiran mahasiswa					
6.	Fitur mengunduh dan mengunggah file sangat membantu untuk mempermudah penyebaran materi					
7.	Modul <i>realtime quiz</i> cocok digunakan untuk menerapkan ujian pilihan ganda secara <i>online</i>					
8.	Hasil dari ujian <i>online</i> dengan <i>realtime quiz</i> dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan mengukur tingkat kesukaran soal					
Komentar dan Saran						

II. Navigasi

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
9.	Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan <i>Moodle</i>					

10.	Alur pembelajaran yang disediakan mencegah disorientasi					
11.	<i>Link</i> yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik (tidak ada <i>link</i> yang error)					
Komentar dan Saran						

V. Media Pendukung

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
16.	Penggunaan media yang tersedia (power point, video tutorial) sudah cukup mendukung untuk pembelajaran					
17.	Video yang digunakan relevan					
18.	Gambar yang ditampilkan jelas (tidak buram, mudah dimengerti)					
19.	Gambar yang digunakan relevan dengan uraian materi					
20.	Media forum diskusi membantu dalam memperdalam pemahaman materi					
Komentar dan Saran						

Jakarta, 2015

Tanda Tangan

(.....)

Rubrik Instrumen Ahli Media

No. \ Skala	1	2	3	4	5
1. <i>Moodle</i> sangat mudah digunakan	<i>Moodle</i> sangat sulit digunakan	<i>Moodle</i> sulit digunakan	<i>Moodle</i> cukup sulit digunakan	<i>Moodle</i> mudah digunakan	<i>Moodle</i> sangat mudah digunakan.
2. <i>Moodle</i> mendukung untuk melaksanakan pembelajaran secara mandiri	<i>Moodle</i> hanya dapat diakses bila dosen <i>online</i>	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, materi perkuliahan yang tersedia hanya dapat diunduh bila mendapat verifikasi dari dosen	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, tersedia materi perkuliahan (<i>file</i>) yang dapat diunduh	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, tersedia materi perkuliahan (<i>file</i>) yang dapat diunduh, tersedia modul forum untuk tempat diskusi antara mahasiswa dengan mahasiswa	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, tersedia materi perkuliahan (<i>file</i>) yang dapat diunduh, tersedia modul forum untuk tempat diskusi antara mahasiswa dengan mahasiswa, tersedia <i>link</i> video tutorial untuk membantu memahami materi

					perkuliahan
3. Pengemasan materi pada media <i>powerpoint</i> sudah bagus (tata letak gambar/tabel, ukuran huruf, warna (latar belakang, huruf, rumus, gambar)	Tata letak gambar ada yang kurang tepat (menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf ada yang kurang tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), Warna latar belakang, huruf, rumus, dan gambar ada yang kurang tepat. Terlihat dan sukar terbaca. Merusak pandangan mata	Tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf ada yang kurang tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), Warna latar belakang, huruf, rumus, dan gambar ada yang kurang tepat. Terlihat dan kurang bisa terbaca. Tidak merusak pandangan mata.	Tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf sudah tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), Warna latar belakang sudah tepat. Ada warna huruf, rumus, dan gambar ada yang kurang tepat. Terlihat dan masih terbaca. Tidak merusak pandangan mata	Tata letak judul sudah tepat, tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf sudah tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), Warna latar belakang dan gambar sudah tepat. Ada warna huruf dan rumus yang kurang tepat. Terlihat dan terbaca dengan jelas. Tidak merusak pandangan mata	Tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran huruf sudah tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), Warna latar belakang, huruf, rumus, dan gambar sudah tepat. Terlihat dan terbaca dengan jelas. Tidak merusak pandangan mata

4. Kelas virtual dengan modul <i>virtual class</i> <i>WizIQ</i> dapat diatur waktu pelaksanaan sesuai sks mata kuliah sehingga dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas	Modul <i>virtual class</i> sangat tidak bisa disesuaikan dengan sks data kuliah dan sangat tidak bisa untuk menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas	Pengaturan waktu tidak bisa disesuaikan dengan sks mata kuliah dan tidak dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas	Pengaturan waktu bisa disesuaikan dengan sks mata kuliah dan tidak dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas	Pengaturan waktu bisa disesuaikan dengan sks mata kuliah dan belum sepenuhnya dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas	Pengaturan waktu bisa disesuaikan dengan sks mata kuliah dan dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas
5. Modul <i>virtual class</i> <i>WizIQ</i> mampu merekam proses pembelajaran yang hasilnya dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan	Tidak dapat merekam proses pembelajaran dan tidak dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan tidak dapat mendata kehadiran mahasiswa	Dapat merekam proses pembelajaran dan tidak dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan tidak dapat mendata kehadiran mahasiswa	Dapat merekam proses pembelajaran dan kurang dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan tidak dapat mendata kehadiran mahasiswa	Dapat merekam proses pembelajaran dan dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan tidak dapat mendata kehadiran mahasiswa	Dapat merekam proses pembelajaran dan dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan mendata kehadiran mahasiswa

mendata kehadiran mahasiswa					
6. Fitur mengunduh dan mengunggah file sangat membantu untuk mempermudah penyebaran materi	Fitur mengunduh dan mengunggah file sangat tidak membantu untuk mempermudah penyebaran materi	Fitur mengunduh dan mengunggah file tidak membantu untuk mempercepat penyebaran materi	Fitur mengunduh dan mengunggah file kurang membantu untuk mempercepat penyebaran materi	Fitur mengunduh dan mengunggah file membantu untuk mempercepat penyebaran materi	Fitur mengunduh dan mengunggah file sangat membantu untuk mempermudah penyebaran materi
7. Modul <i>realtime quiz</i> cocok digunakan untuk menerapkan ujian pilihan ganda secara <i>online</i>	Petunjuk pengerjaan tidak jelas atau tidak ada, lama waktu pelaksanaan ujian tidak bisa diatur sesuai ujian biasa, waktu pengerjaan tiap soal tidak diberitahukan , soal yang sukar tidak dapat dilewati terlebih dahulu	Petunjuk pengerjaan ada dan jelas, lama waktu pelaksanaan ujian tidak bisa diatur sesuai ujian biasa, waktu pengerjaan tiap soal tidak diberitahukan , soal yang sukar tidak dapat dilewati terlebih dahulu	Petunjuk pengerjaan ada dan jelas, lama waktu pelaksanaan ujian bisa diatur sesuai ujian biasa, waktu pengerjaan tiap soal tidak diberitahukan , soal yang sukar tidak dapat dilewati terlebih dahulu	Petunjuk pengerjaan ada dan jelas, lama waktu pelaksanaan ujian bisa diatur sesuai ujian biasa, waktu pengerjaan tiap soal diberitahukan , soal yang sukar tidak dapat dilewati terlebih dahulu	Petunjuk pengerjaan ada dan jelas, lama waktu pelaksanaan ujian bisa diatur sesuai ujian biasa, waktu pengerjaan tiap soal diberitahukan , soal yang sukar tidak dapat dilewati terlebih dahulu dan dapat

					dikerjakan nantinya
8. Hasil dari ujian <i>online</i> dengan <i>realtime quiz</i> dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan mengukur tingkat kesukaran soal	Tidak dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan tidak dapat mengukur tingkat kesukaran soal	Kurang dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan tidak dapat mengukur tingkat kesukaran soal	Dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan tidak dapat mengukur tingkat kesukaran soal	Dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan kurang dapat mengukur tingkat kesukaran soal	Dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan mengukur tingkat kesukaran soal
9. Petunjuk penggunaan <i>Moodle</i> mempermudah pengguna an	Petunjuk penggunaan yang tersedia hanya untuk membuat akun baru	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, dan mendaftar mata kuliah	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, mendaftar mata kuliah, dan mengunduh/ mengunggah <i>file</i>	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, mendaftar mata kuliah, mengikuti kelas virtual, mengunduh/ mengunggah <i>file</i>	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, mendaftar mata kuliah, mengikuti kelas virtual, mengunduh/ mengunggah <i>file</i> dan mengikuti ujian <i>online</i>

10. Alur pembelajar an yang disediakan mencegah disorientasi	Alur pembelajaran yang disediakan tidak mencegah disorientasi	Alur pembelajaran yang disediakan kurang mencegah disorientasi	Alur pembelajar an yang disediakan cukup mencegah disorientasi	Alur pembelajara n yang disediakan mencegah disorientasi	Alur pembelajar an yang disediakan sangat mencegah disorientasi
11. <i>Link</i> yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik (tidak ada <i>link</i> yang error)	<i>Link</i> tidak dapat digunakan	<i>Link</i> sukar digunakan (sering error)	<i>Link</i> sukar digunakan (kadang error)	<i>Link</i> dapat digunakan (kadang error)	<i>Link</i> dapat digunakan (tidak error)
12. Kombinasi warna pada <i>Moodle</i> sudah tepat	Kombinasi warna sangat tidak tepat, sangat idak bagus dilihat	Kombinasi warna tidak tepat, tidak bagus dilihat	Kombinasi warna ada yang kurang tepat, kurang bagus dilihat	Kombinasi warna ada yang kurang tepat, tapi masih bagus dilihat	Kombinasi warna sudah tepat, bagus dilihat
13. Ukuran font dan gambar pada <i>Moodle</i> sudah tepat	Semua ukuran font dan gambar berantakan	Banyak ukuran font dan ukuran gambar yang kurang tepat	Ada ukuran gambar yang kurang tepat dan banyak ukuran font yang kurang tepat atau sebaliknya	Ukuran font sudah tepat. Ada ukuran gambar yang kurang tepat	Ukuran font dan gambar pada <i>Moodle</i> sudah tepat
14. Informasi terkini dapat diperoleh dengan mudah	Tidak ada notifikasi bila ada informasi terbaru atau <i>update</i> dan informasi	Tidak ada notifikasi bila ada informasi terbaru atau <i>update</i> dan informasi	Informasi terbaru hanya terdapat pada halaman	Informasi terbaru bisa terdapat pada halaman utama,	Informasi terbaru bisa terdapat pada halaman

dan cepat pada saat belajar atau diluar jam belajar	terbaru tidak terletak di halaman utama	terbaru tidak terletak di halaman utama	utama, tidak ada notifikasi bila ada <i>update</i>	bagian topik-topik materi dan di dalam kelas virtual, tidak ada notifikasi bila ada <i>update</i>	utama, bagian topik-topik materi, dan di dalam kelas virtual, ada notifikasi bila ada <i>update</i>
15. Pengguna an modul forum sangat mendukung untuk komunikasi dan memperoleh informasi	Bisa digunakan bila dosen atau pengajar <i>online</i>	Bisa digunakan pada hari tertentu dan ada batas waktu penggunaan, bisa digunakan oleh siapa saja (dosen dan mahasiswa), ada batasan jumlah kuota forum	Bisa digunakan pada hari tertentu dan ada batas waktu penggunaan, bisa digunakan oleh siapa saja (dosen dan mahasiswa), tidak ada batasan jumlah kuota forum	Bisa digunakan setiap hari tapi ada batas waktu penggunaan, bisa digunakan oleh siapa saja (dosen dan mahasiswa), tidak ada batasan jumlah kuota forum	Bisa digunakan kapan saja, bisa digunakan oleh siapa saja (dosen dan mahasiswa), tidak ada batasan jumlah kuota forum
16. Pengguna an media yang tersedia (power point, video tutorial) sudah cukup mendukung	Penggunaan media masih sangat kurang, butuh banyak perbaikan dan penambahan media untuk menyajikan materi	Penggunaan media power point masih kurang, perlu ditambahkan animasi di dalamnya, untuk video tutorial perlu ditambahkan, dan perlu ada	Penggunaan media power point masih kurang, perlu ditambahkan animasi di dalamnya, untuk video tutorial perlu ditambahkan	Penggunaan media power point sudah cukup, untuk video tutorial perlu ditambahkan	Penggunaan media power point dan video tutorial sudah sangat cukup

g untuk pembelajarannya		penambahan media untuk referensi seperti link atau <i>e-book</i>			
17. Video yang digunakan relevan	Video yang digunakan sangat tidak relevan	Video yang digunakan tidak relevan	Video yang digunakan kurang relevan	Video yang digunakan sudah relevan	Video yang digunakan sangat relevan
18. Gambar yang ditampilkan jelas (tidak buram, mudah dimengerti)	Kualitas gambar sangat tidak bagus, sangat buram, tidak bisa dimengerti	Kualitas gambar tidak bagus, buram, sukar dimengerti	Kualitas gambar kurang bagus, masih bisa dilihat, masih bisa dimengerti	Kualitas gambar cukup bagus, terlihat jelas, mudah dimengerti	Kualitas gambar sangat bagus, terlihat jelas, mudah dimengerti
19. Gambar yang digunakan relevan dengan uraian materi	Gambar yang digunakan sangat tidak relevan dengan uraian materi	Gambar yang digunakan tidak relevan dengan uraian materi	Gambar yang digunakan kurang relevan dengan uraian materi	Gambar yang digunakan sudah relevan dengan uraian materi	Gambar yang digunakan sangat relevan dengan uraian materi
20. Media forum diskusi membantu dalam memperdalam pemahaman materi	Komunikasi dapat bila doesn't <i>online</i> , diskusi hanya dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa, ada batasan kuota forum	Komunikasi dapat dilakukan di waktu tertentu, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa, tidak bisa	Komunikasi dapat dilakukan di waktu tertentu, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa	Komunikasi dapat dilakukan di waktu tertentu, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa dan	Komunikasi dapat dilakukan kapan saja, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa

		antara mahasiswa dengan mahasiswa, ada batasan kuota forum	dan mahasiswa dengan mahasiswa, ada batasan kuota forum	mahasiswa dengan mahasiswa, forum tidak dibatasi	dan mahasiswa dengan mahasiswa , kuota forum tidak dibatasi
--	--	---------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Lampiran 9. Instrumen Ahli Materi dan Rubrik

Lembar Instrumen Moodle

(Untuk Ahli Materi)

Nama :

Profesi :

Petunjuk :

1. Instrumen ini bertujuan untuk mengevaluasi moodle
2. Berilah tanda ceklis (\checkmark) pada jawaban yang dianggap sesuai
3. Penilaian menggunakan skala 1-5 dengan perincian sebagai berikut :
 - a. 5 adalah sangat setuju
 - b. 4 adalah setuju
 - c. 3 adalah ragu-ragu
 - d. 2 adalah tidak setuju
 - e. 1 adalah sangat tidak setuju
4. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

I. Pengemasan Materi

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1.	Materi yang disajikan sudah sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar					
2.	Ilustrasi atau gambar yang digunakan sudah sesuai dengan materi dan dapat mendukung proses pembelajaran					

III. Penguasaan Materi

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
10.	Latihan atau tugas yang diberikan membantu penguasaan materi					
11.	Gambar/ilustrasi dan contoh soal yang ada pada materi membantu dalam penguasaan materi					
Komentar dan Saran :						

IV. Interaktivitas

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
12.	Materi yang disajikan dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta					
Komentar dan Saran :						

V. Media Pendukung

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
13.	<i>Link</i> video yang disajikan dapat membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta					
14.	Media pendukung yang disediakan (<i>forum chat</i>) dapat membantu dalam memperdalam pemahaman materi					

15.	Media pendukung yang digunakan sudah cukup untuk membantu penyampaian materi					
Komentar dan Saran :						

Jakarta, 2015

Tanda Tangan

(.....)

Rubrik Instrumen Ahli Materi

Skala No.	1	2	3	4	5
1. Materi yang disajikan sudah sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar	Tidak sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar	Kurang sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar	Cukup sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar (ada materi yang kurang sesuai)	Sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar	Sangat sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar
2. Ilustrasi atau gambar yang digunakan sudah sesuai dengan materi dan dapat mendukung proses pembelajaran	Ilustrasi atau gambar yang digunakan tidak sesuai dengan materi dan tidak mendukung proses pembelajaran	Ilustrasi atau gambar yang digunakan kurang sesuai dengan materi dan kurang mendukung proses pembelajaran	Ilustrasi atau gambar yang digunakan cukup sesuai dengan materi dan cukup mendukung proses pembelajaran (ada ilustrasi atau gambar yang kurang sesuai)	Ilustrasi atau gambar yang digunakan sesuai dengan materi dan mendukung proses pembelajaran	Ilustrasi atau gambar yang digunakan sangat sesuai dengan materi dan sangat mendukung proses pembelajaran
3. Contoh dan latihan soal yang disajikan sesuai dengan isi materi	Contoh dan latihan soal yang disajikan tidak sesuai dengan isi materi	Contoh dan latihan soal yang disajikan kurang sesuai dengan isi materi	Contoh dan latihan soal yang disajikan cukup sesuai dengan isi materi (ada contoh dan latihan soal)	Contoh dan latihan soal yang disajikan sesuai dengan isi materi	Contoh dan latihan soal yang disajikan sangat sesuai dengan isi materi

			yang kurang sesuai dengan isi materi)		
4. Materi yang disajikan memberikan contoh penerapan ilmu logika fuzzy dalam kehidupan sehari-hari	Tidak memberikan contoh penerapan ilmu pada kehidupan sehari-hari	Sangat kurang memberikan contoh penerapan ilmu pada kehidupan sehari-hari	Kurang memberikan contoh penerapan ilmu pada kehidupan sehari-hari	Cukup memberikan contoh penerapan ilmu pada kehidupan sehari-hari	Banyak memberikan contoh penerapan ilmu pada kehidupan sehari-hari
5. Materi pada powerpoint sudah dikemas rapih (tata letak judul, tata letak gambar/tabel, ukuran huruf, spasi, banyak tulisan pada slide)	Tata letak gambar ada yang kurang tepat (menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf ada yang kurang tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), spasi yang digunakan kurang tepat (ada yang kurang atau berlebihan),	Tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf ada yang kurang tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), spasi yang digunakan kurang tepat (ada yang kurang atau berlebihan), tulisan pada	Tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf sudah tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), spasi yang digunakan kurang tepat (ada yang kurang atau berlebihan),	Tata letak judul sudah tepat, tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf sudah tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), spasi yang digunakan sudah tepat (tidak	Tata letak gambar sudah tepat (tidak menutupi tulisan), Ukuran setiap huruf sudah tepat (penggunaan huruf besar dan kecil pada kata atau kalimat), spasi yang digunakan sudah tepat (tidak kurang

	tulisan pada slide terlalu banyak.	slide ada yang berlebih.	tulisan pada slide ada yang berlebih.	kurang atau berlebihan), tulisan pada slide ada yang berlebih.	atau berlebihan), banyak tulisan pada slide sudah bagus (tidak terlalu banyak).
6. Tujuan pembelajaran pada setiap materi didefinisikan dengan jelas	Tujuan pembelajaran tidak jelas	Tujuan pembelajaran kurang jelas	Tujuan pembelajaran cukup jelas	Tujuan pembelajaran jelas	Tujuan pembelajaran sangat jelas
7. Setiap materi diuraikan dengan bahasa yang jelas (penulisan benar sesuai EYD, penulisan bahasa inggris benar)	Penulisan setiap kata atau kalimatnya belum sesuai, penulisan kata dan kalimat dalam Bahasa inggris belum benar	Penulisan setiap kata atau kalimatnya ada yang belum sesuai, penulisan kata dan kalimat dalam Bahasa inggris belum benar	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah sesuai, penulisan kata dalam bahasa inggris sudah benar, ada penulisan kalimat bahasa inggris yang belum benar	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah benar, kata atau kalimat bahasa inggrisnya ada yang belum benar	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah sesuai, kata atau kalimat bahasa inggrisnya sudah benar
8. Penggunaan	Penggunaan simbol-	Penggunaan simbol-	Penggunaan simbol-	Penggunaan simbol-	Penggunaan simbol-

simbol- simbol pada materi sudah sesuai	simbol pada materi tidak ada yang sesuai	simbol pada materi kurang sesuai (terlalu banyak yang salah simbol)	simbol pada materi ada yang belum sesuai atau ada simbol yang salah	simbol pada materi ada yang belum sesuai atau penggunaan nya ada yang terbalik	simbol pada materi sudah sesuai
9. Materi mudah dipahami.	Materi sangat sulit dipahami	Materi sulit dipahami	Materi cukup sulit dipahami	Materi mudah dipahami	Materi mudah dipahami
10. Latihan atau tugas yang diberikan membantu penguasaan materi	Latihan atau tugas yang diberikan tidak membantu dalam penguasaan materi	Latihan atau tugas yang diberikan kurang membantu dalam penguasaan materi	Latihan atau tugas yang diberikan cukup membantu penguasaan materi (ada latihan atau tugas yang kurang membantu dalam penguasaan materi)	Latihan atau tugas yang diberikan membantu dalam penguasaan materi	Latihan atau tugas yang diberikan sangat membantu dalam penguasaan materi
11. Gambar/ilustrasi dan contoh soal yang ada pada materi membantu dalam penguasaan materi	Gambar/ilustrasi dan contoh soal yang ada pada materi tidak membantu dalam penguasaan materi	Gambar/ilustrasi dan contoh soal yang ada pada materi kurang membantu dalam penguasaan materi	Contoh soal yang ada pada materi membantu dalam penguasaan materi. Ada Gambar/ilustrasi yang tidak membantu dalam penguasaan	Contoh soal yang ada pada materi membantu dalam penguasaan materi. Ada Gambar/ilustrasi yang kurang membantu dalam penguasaan	Gambar/ilustrasi dan contoh soal yang ada pada materi sangat membantu dalam penguasaan materi

			materi (atau sebaliknya)	materi (atau sebaliknya)	
12. Materi yang disajikan dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta	Tidak dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta	Kurang dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta	Cukup dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta	Dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta	Sangat dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta
13. <i>Link</i> video yang disajikan dapat membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta	<i>Link</i> video yang disajikan tidak membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta	<i>Link</i> video yang disajikan kurang membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta	<i>Link</i> video yang disajikan cukup membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta	<i>Link</i> video yang disajikan membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta	<i>Link</i> video yang disajikan sangat membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta
14. Media pendukung yang disediakan (<i>forum chat</i>) dapat membantu dalam memperdalam pemahaman materi	Sama sekali tidak membantu mahasiswa untuk memperdalam pemahaman materi	Penggunaannya yang sulit dan hanya dapat diakses di waktu tertentu, kurang membantu untuk berdiskusi antar mahasiswa dan antara mahasiswa	Penggunaannya yang cukup sulit dan hanya dapat diakses di waktu tertentu, cukup membantu untuk berdiskusi antar mahasiswa	Penggunaannya yang mudah dan dapat diakses kapan saja, membantu untuk berdiskusi antar mahasiswa dan antara mahasiswa dengan	Penggunaannya yang mudah dan dapat diakses kapan saja, sangat membantu untuk berdiskusi antar mahasiswa dan antara mahasiswa

		dengan dosen, sehingga kurang membantu mahasiswa untuk memperdalam pemahaman materi	dan antara mahasiswa dengan dosen, sehingga cukup membantu mahasiswa untuk memperdalam pemahaman materi	dosen, sehingga membantu mahasiswa untuk memperdalam pemahaman materi	dengan dosen, sehingga sangat membantu mahasiswa untuk memperdalam pemahaman materi
15. Media pendukung yang digunakan sudah cukup untuk membantu penyampaian materi	Media pendukung yang digunakan sangat tidak cukup untuk membantu penyampaian materi	Media pendukung yang digunakan tidak cukup untuk membantu penyampaian materi, perlu banyak ditambahkan media pendukung lagi seperti gambar atau ilustrasi atau animasi atau video dan perlu ditambahkan sebuah <i>e-book</i> atau sejenisnya dalam format .pdf	Media pendukung yang digunakan belum cukup untuk membantu penyampaian materi, perlu ditambahkan beberapa media pendukung lagi seperti gambar atau ilustrasi atau animasi atau video dan perlu ditambahkan sebuah <i>e-book</i> atau sejenisnya	Media pendukung yang digunakan hampir cukup untuk membantu penyampaian materi, perlu ditambahkan 1 media pendukung lagi seperti gambar atau ilustrasi atau animasi atau video	Media pendukung yang digunakan sudah cukup untuk membantu penyampaian materi

			dalam format .pdf		
--	--	--	----------------------	--	--

Lampiran 10. Instrumen Pengguna dan Rubrik

Lembar Instrumen Moodle

(Untuk Pengguna)

Nama :

Profesi :

Petunjuk :

1. Instrumen ini bertujuan untuk mengevaluasi moodle
2. Berilah tanda ceklis (\checkmark) pada jawaban yang dianggap sesuai
3. Penilaian menggunakan skala 1-5 dengan perincian sebagai berikut :
 - a. 5 adalah sangat setuju
 - b. 4 adalah setuju
 - c. 3 adalah ragu-ragu
 - d. 2 adalah tidak setuju
 - e. 1 adalah sangat tidak setuju
4. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

I. Kejelasan Isi Dokumen

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
1.	Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan jelas					
2.	Materi diuraikan dengan bahasa yang jelas (penulisannya benar, bahasa inggrisnya benar, mudah dipahami)					

II. Motivasi Belajar

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5

3.	<i>Moodle</i> meningkatkan motivasi belajar					
----	---------------------------------------------	--	--	--	--	--

III. Pembelajaran

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
4.	<i>Moodle</i> menjadikan proses pembelajaran lebih mandiri					
5.	Waktu pelaksanaan kelas virtual diinformasikan dengan jelas (hari, tanggal, jam)					
6.	Fitur yang ada pada kelas virtual dapat digunakan dengan baik (<i>chatting, whiteboard, web cam, video</i>)					
7.	Modul kelas virtual cocok untuk menggantikan kuliah tatap muka dikelas (pemberian materi, komunikasi, daftar hadir)					
8.	Mudah mengunduh <i>file</i> materi dan mengunggah <i>file</i>					
9.	Materi dan soal latihan sesuai dengan topik bahasan					

IV. Penguasaan Materi

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
10.	Materi yang disajikan mudah dipahami					
11.	Gambar atau ilustrasi membantu pemahaman materi					
12.	Video yang disajikan membantu pemahaman materi					

13.	Diskusi menggunakan media forum atau <i>chat</i> dapat meningkatkan pemahaman materi					
-----	--------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

V. Latihan/Penugasan

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
14.	Penugasan yang diberikan relevan dengan materi yang dipelajari					
15.	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan jelas					
16.	Latihan soal membantu dalam pemahaman materi					

VI. Daya Tarik

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
17.	<i>Moodle</i> menambah daya tarik pembelajaran					
18.	Gambar yang ada pada materi menambah daya tarik					

VII. Navigasi

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
19.	<i>Link</i> yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik (tidak ada <i>link</i> yang error)					
20.	Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan <i>Moodle</i>					

21.	Alur pembelajaran yang disediakan membantu pengguna dalam melaksanakan pembelajaran dari materi yang dasar					
-----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

VIII. Keterbacaan

No.	Pertanyaan	1	2	3	4	5
22.	Ukuran tulisan pada <i>Moodle</i> dan materi (powerpoint) sudah tepat dan terbaca dengan jelas					
23.	Warna tautan (<i>link</i>) mudah dibedakan dengan tulisan lain					
24.	Kombinasi warna pada <i>Moodle</i> sudah tepat					
25.	Ukuran gambar yang disajikan sudah tepat					

Saran dan Komentar :

Jakarta, 2015

Tanda Tangan

(.....)

Rubrik Instrumen Pengguna

Skala No.	1	2	3	4	5
1. Tujuan pembelajar an didefinisi kan dengan jelas	Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan tidak jelas	Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan kurang jelas	Tujuan pembelajar an didefinisikan dengan cukup jelas	Tujuan pembelajar an didefinisikan dengan jelas	Tujuan pembelajar an didefinisik an dengan sangat jelas
2. Materi diuraikan dengan bahasa yang jelas	Penulisan setiap kata atau kalimatnya ada yang kurang benar, penulisan kata dan kalimat dalam Bahasa inggris ada yang belum benar, dan uraian materinya sukar atau sulit dipahami	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah benar, penulisan kata dan kalimat dalam Bahasa inggris ada yang belum benar, dan uraian materinya sukar atau sulit dipahami	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah benar, penulisan kata dalam Bahasa inggris sudah benar, ada penulisan kalimat Bahasa inggris yang belum benar, dan uraian materinya sukar atau sulit dipahami	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah benar, kata atau kalimat Bahasa inggrisnya sudah benar, dan uraian materinya sukar atau sulit dipahami	Penulisan setiap kata atau kalimatnya sudah benar, kata atau kalimat Bahasa inggrisnya sudah benar, dan uraian materinya mudah dipahami
3. Moodle meningkat kan motivasi belajar	<i>Moodle</i> sukar digunakan, sukar diakses, tampilan kurang menarik,	<i>Moodle</i> mudah digunakan, sukar diakses, tampilan tidak	<i>Moodle</i> mudah digunakan, sukar diakses, tampilan	<i>Moodle</i> mudah digunakan, mudah diakses, tampilan	<i>Moodle</i> mudah digunakan, mudah diakses, tampilan

	tidak meningkatkan motivasi belajar	menarik, kurang meningkatkan motivasi belajar	cukup menarik, kurang meningkatkan motivasi belajar	cukup menarik, cukup meningkatkan motivasi belajar	menarik, sangat meningkatkan motivasi belajar
4. <i>Moodle</i> menjadikan proses pembelajaran lebih mandiri	<i>Moodle</i> hanya dapat diakses bila dosen <i>online</i>	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, materi perkuliahan yang tersedia hanya dapat diunduh bila mendapat verifikasi dari dosen	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, tersedia materi perkuliahan (<i>file</i>) yang dapat diunduh	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, tersedia materi perkuliahan (<i>file</i>) yang dapat diunduh, tersedia modul forum untuk tempat diskusi antara mahasiswa dengan mahasiswa	<i>Moodle</i> dapat diakses kapan saja dan dimana saja, tersedia materi perkuliahan (<i>file</i>) yang dapat diunduh, tersedia modul forum untuk tempat diskusi antara mahasiswa dengan mahasiswa, tersedia <i>link</i> video tutorial untuk membantu memahami materi perkuliahan

5. Waktu pelaksanaan kelas virtual diinformasikan dengan jelas (hari, tanggal, jam)	Diinformasikan dengan sangat tidak jelas atau sangat membingungkan	Diinformasikan dengan tidak jelas atau membingungkan	Diinformasikan kurang jelas	Diinformasikan dengan cukup jelas	Diinformasikan dengan sangat jelas
6. Fitur yang ada pada kelas virtual dapat digunakan dengan baik (<i>chatting</i> , <i>whiteboard</i> , <i>camera</i> , <i>video</i>)	Fitur <i>chatting</i> hanya dapat digunakan untuk komunikasi secara umum, sama sekali tidak dapat menulis pada <i>whiteboard</i> , kualitas <i>web cam</i> kurang baik atau suka <i>buffering</i> , <i>video</i> yang tersedia tidak bisa dimainkan atau dilihat	Fitur <i>chatting</i> dapat digunakan untuk komunikasi secara umum dan antar personal, sama sekali tidak dapat menulis pada <i>whiteboard</i> , kualitas <i>web cam</i> kurang baik atau suka <i>buffering</i> , <i>video</i> yang tersedia tidak bisa dimainkan atau dilihat	Fitur <i>chatting</i> dapat digunakan untuk komunikasi secara umum dan antar personal, dapat menulis pada <i>whiteboard</i> atas seizin dosen, kualitas <i>web cam</i> kurang bagus atau suka <i>buffering</i> , <i>video</i> yang tersedia tidak bisa dimainkan atau dilihat	Fitur <i>chatting</i> dapat digunakan untuk komunikasi secara umum dan antar personal, dapat menulis pada <i>whiteboard</i> atas seizin dosen, kualitas <i>web cam</i> bagus atau tidak <i>buffering</i> , <i>video</i> yang tersedia tidak bisa dimainkan atau dilihat	Fitur <i>chatting</i> dapat digunakan untuk komunikasi secara umum dan antar personal, dapat menulis pada <i>whiteboard</i> atas seizin dosen, kualitas <i>web cam</i> bagus atau tidak <i>buffering</i> , <i>video</i> yang tersedia bisa dimainkan atau dilihat
7. Modul kelas	Modul kelas virtual sangat	Modul kelas virtual hanya	Modul kelas virtual	Modul kelas virtual hanya	Modul kelas

virtual cocok untuk mengganti kuliah tatap muka dikelas (pemberian materi, komunikasi, daftar hadir)	belum cocok untuk menggantikan kuliah tatap muka	mendukung untuk pemberian materi mata kuliah, tidak bisa komunikasi antara dosen- mahasiswa atau komunikasi mahasiswa- mahasiswa, tidak dapat mendata kehadiran	hanya mendukung untuk pemberian materi mata kuliah dan komunikasi antara dosen- mahasiswa, tidak bisa komunikasi mahasiswa- mahasiswa, tidak dapat mendata kehadiran	mendukung untuk pemberian materi mata kuliah dan komunikasi antara dosen- mahasiswa atau mahasiswa- mahasiswa, tidak dapat mendata kehadiran	virtual cocok untuk mengganti kuliah tatap muka dikelas (pemberian materi, komunikasi, daftar hadir)
8. Mudah mengunduh file materi dan mengunggah file	Sulit untuk mengunduh file dan mengunggah file	Cukup sulit untuk mengunduh file dan mengunggah file	Cukup mudah untuk mengunduh file dan mengunggah file	Mudah untuk mengunduh file dan mengunggah file	Sangat mudah untuk mengunduh file dan mengunggah file
9. Materi dan soal latihan sesuai dengan topik bahasan	Materi dan soal latihan tidak sesuai dengan topik bahasan	Materi dan soal latihan kurang sesuai dengan topik bahasan	Materi sudah sesuai dan soal latihan kurang sesuai dengan topik bahasan	Materi dan soal latihan sesuai dengan topik bahasan	Materi dan soal latihan sangat sesuai dengan topik bahasan
10. Materi yang disajikan mudah dipahami	Materi yang disajikan sangat sulit dipahami	Materi yang disajikan sulit dipahami	Materi yang disajikan cukup sulit dipahami	Materi yang disajikan mudah dipahami	Materi yang disajikan sangat mudah dipahami

11. Gambar atau ilustrasi membantu pemahaman materi	Kualitas gambar atau ilustrasi kurang bagus, kurang terlihat atau terbaca, sangat membingunkan	Kualitas gambar atau ilustrasi kurang bagus, kurang terlihat atau terbaca, membingunkan	Kualitas gambar atau ilustrasi kurang bagus, kurang terlihat atau terbaca, relevan dengan materi	Kualitas gambar atau ilustrasi kurang bagus, masih terlihat atau terbaca, relevan dengan materi	Kualitas gambar atau ilustrasi bagus/terlihat dan terbaca jelas, relevan dengan materi
12. Video yang disajikan membantu pemahaman materi	Kualitas video tidak bagus (terlihat buram), buffering, tidak relevan dengan materi	Kualitas video tidak bagus (terlihat buram), buffering, relevan dengan materi	Kualitas video kurang bagus (masih terlihat dengan jelas) , buffering, relevan dengan materi	Kualitas video kurang bagus (masih terlihat dengan baik), tidak buffering, relevan dengan materi	Kualitas video bagus (terlihat jelas), tidak buffering, relevan dengan materi
13. Diskusi menggunakan media forum atau <i>chat</i> dapat meningkatkan pemahaman materi	Komunikasi dapat bila doesn't <i>online</i> , diskusi hanya dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa, ada batasan kuota forum	Komunikasi dapat dilakukan di waktu tertentu, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa, tidak bisa antara mahasiswa dengan mahasiswa,	Komunikasi dapat dilakukan di waktu tertentu, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan mahasiswa,	Komunikasi dapat dilakukan di waktu tertentu, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan mahasiswa,	Komunikasi dapat dilakukan kapan saja, diskusi dapat dilakukan antara dosen dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan mahasiswa

		ada batasan kuota forum	ada batasan kuota forum	forum tidak dibatasi	, kuota forum tidak dibatasi
14. Penugasan yang diberikan relevan dengan materi yang dipelajari	Penugasan yang diberikan sangat tidak relevan dengan materi yang dipelajari	Penugasan yang diberikan tidak relevan dengan materi yang dipelajari	Penugasan yang diberikan kurang relevan dengan materi yang dipelajari	Penugasan yang diberikan relevan dengan materi yang dipelajari	Penugasan yang diberikan sangat relevan dengan materi yang dipelajari
15. Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan jelas	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas tidak diinformasikan	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan tidak jelas	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan kurang jelas	Waktu pengerjaan tugas diinformasikan dengan waktu pengumpulan tugas diinformasikan dengan kurang jelas, atau sebaliknya	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan sangat jelas
16. Latihan soal membantu dalam pemahaman materi	Latihan soal tidak relevan dengan materi dan tidak menambah pemahaman materi	Latihan soal kurang relevan dengan materi dan tidak menambah pemahaman materi	Latihan soal kurang relevan dengan materi dan kurang menambah pemahaman materi	Latihan soal relevan dengan materi dan kurang menambah pemahaman materi	Latihan soal relevan dengan materi dan menambah pemahaman materi
17. Moodle menambah	Moodle sangat tidak	Moodle tidak menambah	Moodle kurang	Moodle menambah	Moodle sangat

h daya tarik pembelajaran	menambah daya tarik pembelajaran	daya tarik pembelajaran	menambah daya tarik pembelajaran	daya tarik pembelajaran	menambah daya tarik pembelajaran
18. Gambar yang ada pada materi menambah daya tarik	Gambar yang ada pada materi tidak menambah daya tarik, semua gambar perlu diganti dan ditambah agar menambah daya tarik	Gambar yang ada pada materi tidak menambah daya tarik, ada gambar yang perlu diganti agar menambah daya tarik	Gambar yang ada pada materi kurang menambah daya tarik	Gambar yang ada pada materi menambah daya tarik	Gambar yang ada pada materi sangat menambah daya tarik
19. <i>Link</i> yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik (tidak ada <i>link</i> yang error)	<i>Link</i> tidak dapat digunakan	<i>Link</i> sukar digunakan (sering error)	<i>Link</i> sukar digunakan (kadang error)	<i>Link</i> dapat digunakan (kadang error)	<i>Link</i> dapat digunakan (tidak error)
20. Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan <i>Moodle</i>	Petunjuk penggunaan yang tersedia hanya untuk membuat akun baru	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, dan mendaftar mata kuliah	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, mendaftar mata kuliah, dan mengunduh/	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, mendaftar mata kuliah, mengikuti kelas virtual, mengunduh/	Petunjuk penggunaan yang tersedia untuk membuat akun, mendaftar mata kuliah, mengikuti kelas

			mengunggah <i>file</i>	mengunggah <i>file</i>	virtual, mengundu h/mengung gah <i>file</i> dan mengikuti ujian <i>online</i>
21. Alur pembelaja ran yang disediaka n membantu pengguna dalam melaksana kan pembelaja ran dari materi yang dasar	Tidak ada alur pembelajaran yang disediakan untuk membantu pengguna dalam melaksanakan	Alur pembelajaran yang disediakan kurang membantu pengguna dalam melaksanakan	Alur pembelajara n yang disediakan cukup membantu pengguna dalam melaksanaka n	Alur pembelajara n yang disediakan membantu pengguna dalam melaksana n pembelajara n dari materi yang dasar	Alur pembelajar an yang disediakan sangat membantu pengguna dalam melaksana kan pembelajar an dari materi yang dasar
22. Ukuran tulisan pada pada <i>Moodle</i> dan materi (powerpoi nt) sudah tepat dan terbaca jelas	Ukuran tulisan pada <i>Moodle</i> dan materi (powerpoint) banyak yang kurang tepat (kata dan kalimat pada judul dan paragraf), dan banyak kata yang <i>typo</i>	Ukuran tulisan pada <i>Moodle</i> sudah tepat (kata dan kalimat pada judul dan paragraf), pada materi (powerpoint) ada ukuran yang kurang tepat (kata dan kalimat pada judul dan paragraf),	Ukuran tulisan pada <i>Moodle</i> sudah tepat (kata dan kalimat pada judul dan paragraf), pada materi (powerpoint) ada ukuran yang kurang tepat, dan ada kata yang <i>typo</i>	Ukuran tulisan pada <i>Moodle</i> sudah tepat, pada materi (powerpoint) ada ukuran yang kurang tepat (kata dan kalimat pada judul dan paragraf), dan masih terbaca jelas	Ukuran tulisan pada <i>Moodle</i> dan materi (powerpoi nt) sudah tepat (kata dan kalimat pada judul), dan paragraf) dan terbaca jelas

		dan banyak kata yang <i>typo</i>			
23. Warna tautan (<i>link</i>) mudah dibedakan dengan tulisan lain	Warna tautan (<i>link</i>) tidak bisa dibedakan (warna sama) dengan tulisan lain	Warna tautan (<i>link</i>) sulit dibedakan (terlalu samar) dengan tulisan lain	Warna tautan (<i>link</i>) sukar dibedakan (samar atau sedikit sama) dengan tulisan lain	Warna tautan (<i>link</i>) mudah dibedakan dengan tulisan lain	Warna tautan (<i>link</i>) sangat mudah dibedakan dengan tulisan lain
24. Kombinasi warna pada <i>Moodle</i> sudah tepat	Kombinasi warna sangat tidak tepat, sangat tidak bagus dilihat	Kombinasi warna tidak tepat, tidak bagus dilihat	Kombinasi warna ada yang kurang tepat, kurang bagus dilihat	Kombinasi warna ada yang kurang tepat, tapi masih bagus dilihat	Kombinasi warna sudah tepat, bagus dilihat
25. Ukuran gambar yang disajikan sudah tepat	Ukuran gambar yang disajikan tidak tepat (ada yang terlalu besar dan ada yang terlalu kecil), jadi ada yang tidak terbaca dengan jelas dan sulit dipahami	Ukuran gambar yang disajikan kurang tepat (menutupi tulisan yang ada), kurang terbaca dan sulit dipahami	Ukuran gambar yang disajikan kurang tepat (tidak menutupi tulisan yang ada), ada yang kurang jelas terbaca dan ada yang cukup sulit dipahami	Ukuran gambar yang disajikan sudah tepat (tidak menutupi tulisan yang ada), dapat dibaca dengan jelas dan mudah dipahami	Ukuran gambar yang disajikan sudah sangat tepat (tidak menutupi tulisan yang ada), dapat dibaca dengan sangat jelas dan mudah dipahami

Lampiran 11. Tabel Hasil Kuisisioner

a. Tabel Penghitung Data Ahli materi

Tabel Perhitungan Data Instrumen Uji Validasi Ahli Materi																														
No.	Item 1		Item 2		Item 3		Item 4		Item 5		Item 6		Item 7		Item 8		Item 9		Item 10		Item 11		Item 12		Item 13		Item 14		Item 15	
	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5	Skor	5
Resp.																														
1	5	4	4	3	4	3	3	2	3	2	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
2	5	4	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	5	4	4	3	4	3	4	3	4	3
Σs	8		7		7		5		6		6		7		6		6		7		7		5		6		6		6	
V	1.000		0.875		0.875		0.625		0.750		0.750		0.875		0.750		0.750		0.875		0.875		0.625		0.750		0.750		0.750	

b. Tabel Penghitung Data Ahli Media

Tabel Perhitungan Data Instrumen Uji Validasi Ahli Media																				
No.	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16	Item 17	Item 18	Item 19	Item 20
	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s	Skor	s
1	5	4	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	4	3	4	3	4	3
2	5	4	4	3	4	3	4	3	3	2	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
Σs	8	7	7	6	6	7	7	7	6	6	7	6	6	7	7	6	6	6	7	7
V	1.000	0,875	0,875	0,750	0,750	0,875	0,875	0,875	0,750	0,750	0,875	0,750	0,750	0,875	0,875	0,750	0,750	0,750	0,875	0,875
100%		88%	88%	75%	75%	88%	88%	88%	75%	75%	88%	75%	75%	88%	88%	75%	75%	75%	88%	88%

c. Rekapitulasi hasil validasi *e-learning* berbasis *Moodle* dari ahli media

No.	Pertanyaan	Total Skor
1	<i>Moodle</i> sangat mudah digunakan	100%
2	<i>Moodle</i> mendukung untuk melaksanakan pembelajaran secara mandiri	88%
3	Pengemasan materi pada media <i>powerpoint</i> sudah bagus (tata letak gambar/tabel, ukuran huruf, warna (latar belakang, huruf, rumus, gambar)	88%
4	Kelas virtual dengan modul <i>virtual class WizIQ</i> dapat diatur waktu pelaksanaan sesuai sks mata kuliah sehingga dapat menggantikan perkuliahan tatap muka di kelas	75%
5	Modul <i>virtual class WizIQ</i> mampu merekam proses pembelajaran yang hasilnya dapat digunakan untuk <i>review</i> pertemuan dan mendata kehadiran mahasiswa	75%
6	Fitur mengunduh dan mengunggah file sangat membantu untuk mempermudah penyebaran materi	88%
7	Modul <i>realtime quiz</i> cocok digunakan untuk menerapkan ujian pilihan ganda secara <i>online</i>	88%
8	Hasil dari ujian <i>online</i> dengan <i>realtime quiz</i> dapat digunakan untuk evaluasi hasil belajar siswa dan mengukur tingkat kesukaran soal	88%
9	Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan <i>Moodle</i>	75%
10	Alur pembelajaran yang disediakan mencegah disorientasi	75%
11	<i>Link</i> yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik (tidak ada <i>link</i> yang error)	85%
12	Kombinasi warna pada <i>Moodle</i> sudah tepat	75%
13	Ukuran font dan gambar pada <i>Moodle</i> sudah tepat	75%
14	Informasi terkini dapat diperoleh dengan mudah dan cepat pada saat belajar atau diluar jam belajar	88%
15	Penggunaan modul forum sangat mendukung untuk komunikasi dan memperoleh informasi dengan cepat	88%

16	Penggunaan media yang tersedia (power point, video tutorial) sudah cukup mendukung untuk pembelajaran	75%
17	Video yang digunakan relevan	75%
18	Gambar yang ditampilkan jelas (tidak buram, mudah dimengerti)	75%
19	Gambar yang digunakan relevan dengan uraian materi	88%
20	Media forum diskusi membantu dalam memperdalam pemahaman materi	88%

d. Rekapitulasi hasil validasi *e-learning* berbasis Moodle dari ahli materi

No.	Pertanyaan	Total Skor
1	Materi yang disajikan sudah sesuai dengan kurikulum dan kompetensi dasar	100%
2	Ilustrasi atau gambar yang digunakan sudah sesuai dengan materi dan dapat mendukung proses pembelajaran	88%
3	Contoh dan latihan soal yang disajikan sesuai dengan isi materi	88%
4	Materi yang disajikan memberikan contoh penerapan ilmu logika fuzzy dalam kehidupan sehari-hari	63%
5	Materi pada powerpoint sudah dikemas rapih (tata letak gambar/tabel, ukuran huruf, spasi, banyak tulisan pada slide)	75%
6	Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan jelas	75%
7	Setiap materi diuraikan dengan bahasa yang jelas (penulisan benar sesuai EYD, penulisan bahasa inggris benar)	88%

8	Penggunaan simbol-simbol pada materi sudah sesuai	75%
9	Materi mudah dipahami	75%
10	Latihan atau tugas yang diberikan membantu penguasaan materi	88%
11	Gambar/ilustrasi dan contoh soal yang ada pada materi membantu dalam penguasaan materi	88%
12	Materi yang disajikan dapat merangsang motivasi, minat, dan kreativitas peserta	63%
13	<i>Link</i> video yang disajikan dapat membantu proses pembelajaran dan membantu pemahaman peserta	75%
14	Media pendukung yang disediakan (<i>forum chat</i>) dapat membantu dalam memperdalam pemahaman materi	75%
15	Media pendukung yang digunakan sudah cukup untuk membantu penyampaian materi	75%

Lampiran 12. Hasil Uji Coba Skala Kecil

a. Tabel Skor Data Mentah Kuisioner Pengguna

Skor Data Mentah Field Test																										
No. Resp.	No. Item																									Jumlah
1	4	5	4	4	3	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	3	4	5	103
2	4	4	5	3	4	5	3	4	3	3	3	5	5	3	4	4	5	4	2	2	3	4	4	4	4	94
3	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	104
4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	2	4	4	3	3	4	94
5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	116
6	4	4	5	4	3	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	111
7	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	107
8	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	109
9	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	99
10	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	96

b. Tabel Pencatat Kuisioner Pengguna

No.	Pertanyaan	Jumlah Mahasiswa Yang Memilih				
		SS	S	R	TS	STS
	Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan jelas					
1		0	10	0	0	0
2	Materi diuraikan dengan bahasa yang jelas	2	8	0	0	0
3	Moodle meningkatkan motivasi belajar	3	7	0	0	0
	<i>Moodle menjadikan proses pembelajaran lebih mandiri</i>					
4		5	3	2	0	0
	Waktu pelaksanaan kelas virtual diinformasikan dengan jelas					
5		2	3	5	0	0
	Fitur yang ada pada kelas virtual dapat digunakan dengan baik					
6		2	6	2	0	0
	Modul kelas virtual cocok untuk menggantikan kuliah tatap muka dikelas					
7		5	4	1	0	0
	Mudah mengunduh file materi dan mengunggah file					
8		4	6	0	0	0
	Materi dan soal latihan sesuai dengan topik bahasan					
9		4	4	2	0	0
10	Materi yang disajikan mudah dipahami	1	6	3	0	0
11	Gambar atau ilustrasi membantu pemahaman materi	2	6	2	0	0
12	Video yang disajikan membantu pemahaman materi	3	6	1	0	0
	Diskusi menggunakan media forum atau chat dapat meningkatkan pemahaman materi					
13		5	4	1	0	0

14	Penugasan yang diberikan relevan dengan materi yang dipelajari	2	6	2	0	0
15	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan jelas	0	9	1	0	0
16	Latihan soal membantu dalam pemahaman materi	2	7	1	0	0
17	Moodle menambah daya tarik pembelajaran	6	3	1	0	0
18	Gambar yang ada pada materi menambah daya tarik	4	4	2	0	0
19	Link yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik	0	8	1	1	0
20	Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan Moodle	1	5	2	2	0
21	Alur pembelajaran yang disediakan membantu pengguna dalam melaksanakan pembelajaran dari materi yang dasar	1	8	1	0	0
22	Ukuran tulisan pada Moodle dan materi (powerpoint) sudah tepat dan terbaca dengan jelas	3	7	0	0	0
23	<i>Warna tautan (link) mudah dibedakan dengan tulisan lain</i>	2	6	2	0	0
24	<i>Kombinasi warna pada Moodle sudah tepat</i>	2	7	1	0	0
25	<i>Ukuran gambar yang disajikan sudah tepat</i>	3	7	0	0	0

c. Tabel Tabulasi Data Kuisioner Pengguna

Pertanyaan	Jumlah Siswa Yang Memilih				
	SS	S	K	TS	STS
Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan jelas	0	40	0	0	0
Materi diuraikan dengan bahasa yang jelas	10	32	0	0	0
Moodle meningkatkan motivasi belajar	15	28	0	0	0
Moodle menjadikan proses pembelajaran lebih mandiri	25	12	4	0	0
Waktu pelaksanaan kelas virtual diinformasikan dengan jelas	10	12	10	0	0
Fitur yang ada pada kelas virtual dapat digunakan dengan baik	10	24	4	0	0
Modul kelas virtual cocok untuk menggantikan kuliah tatap muka dikelas	25	16	2	0	0
Mudah mengunduh file materi dan mengunggah file	20	24	0	0	0
Materi dan soal latihan sesuai dengan topik bahasan	20	16	4	0	0
Materi yang disajikan mudah dipahami	5	24	6	0	0
Gambar atau ilustrasi membantu pemahaman materi	10	24	4	0	0
Video yang disajikan membantu pemahaman materi	15	24	2	0	0

Diskusi menggunakan media forum atau chat dapat meningkatkan pemahaman materi	25	16	2	0	0
Penugasan yang diberikan relevan dengan materi yang dipelajari	10	24	4	0	0
Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan jelas	0	36	2	0	0
Latihan soal membantu dalam pemahaman materi	10	28	2	0	0
Moodle menambah daya tarik pembelajaran	30	12	2	0	0
Gambar yang ada pada materi menambah daya tarik	20	16	4	0	0
Link yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik	0	32	2	1	0
Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan Moodle	5	20	4	2	0
Alur pembelajaran yang disediakan membantu pengguna dalam melaksanakan pembelajaran dari materi yang dasar	5	32	2	0	0
Ukuran tulisan pada Moodle dan materi (powerpoint) sudah tepat dan terbaca dengan jelas	15	28	0	0	0
Warna tautan (link) mudah dibedakan dengan tulisan lain	10	24	4	0	0
Kombinasi warna pada Moodle sudah tepat	10	28	2	0	0
Ukuran gambar yang disajikan sudah tepat	15	28	0	0	0

• Perhitungan Presentase

$$\begin{aligned}
 N &= \text{Skor Maksimum} \times \text{Jumlah Responden} \\
 &= 5 \times 10 \\
 &= 50
 \end{aligned}$$

$$P_s = S/N \times 100\%$$

No.	Interval	Kriteria
1	$0\% < P_s < 20\%$	Sangat Kurang
2	$21\% < P_s < 40\%$	Kurang
3	$41\% < P_s < 60\%$	Cukup
4	$61\% < P_s < 80\%$	Baik
5	$80\% < P_s < 100\%$	Sangat Baik

d. Tabel hasil tanggapan mahasiswa terhadap hasil pengembangan *e-learning* berbasis Moodle untuk mata kuliah Logika Fuzzy

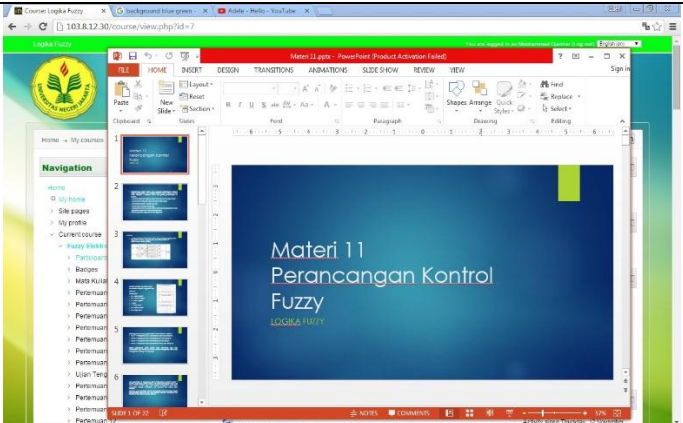
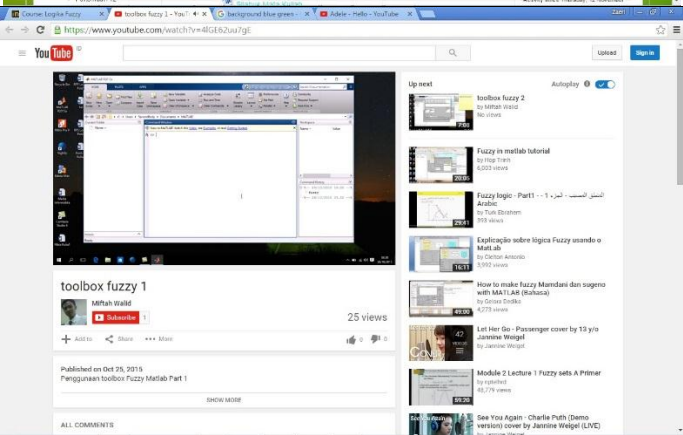
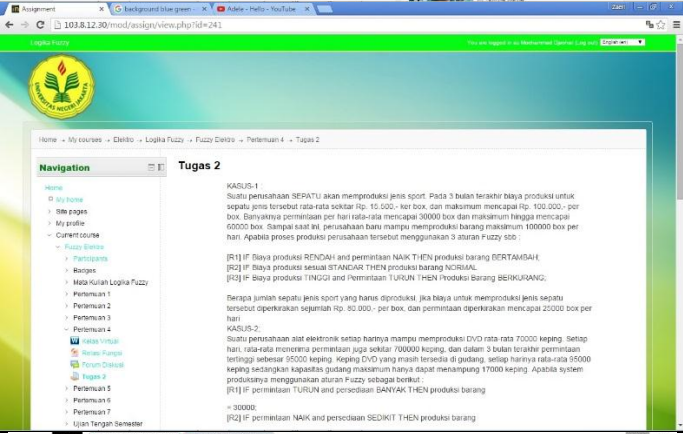
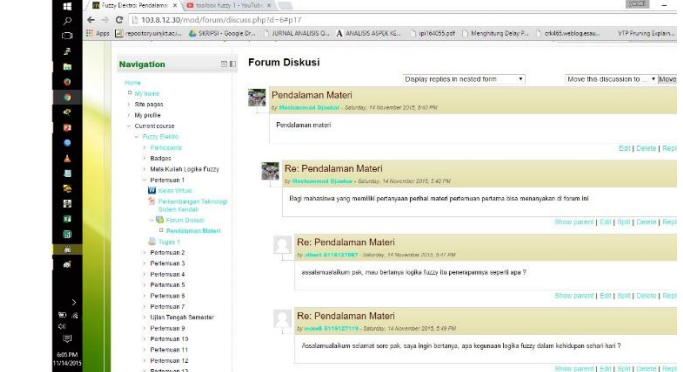
No.	Pertanyaan	S	Ps	Kriteria
1	Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan jelas	40	80.0%	Sangat Baik
2	Materi diuraikan dengan bahasa yang jelas	42	84.0%	Sangat Baik
3	Moodle meningkatkan motivasi belajar	43	86.0%	Sangat Baik
4	Moodle menjadikan proses pembelajaran lebih mandiri	41	82.0%	Sangat Baik
5	Waktu pelaksanaan kelas virtual diinformasikan dengan jelas	32	64.0%	Baik
6	Fitur yang ada pada kelas virtual dapat digunakan dengan baik	38	76.0%	Baik
7	Modul kelas virtual cocok untuk menggantikan kuliah tatap muka dikelas	43	86.0%	Sangat Baik
8	Mudah mengunduh file materi dan mengunggah file	44	88.0%	Sangat Baik
9	Materi dan soal latihan sesuai dengan topik bahasan	40	80.0%	Sangat Baik
10	Materi yang disajikan mudah dipahami	35	70.0%	Baik
11	Gambar atau ilustrasi membantu pemahaman materi	38	76.0%	Baik
12	Video yang disajikan membantu pemahaman materi	41	82.0%	Sangat Baik
13	Diskusi menggunakan media forum atau chat dapat meningkatkan pemahaman materi	43	86.0%	Sangat Baik
14	Penugasan yang diberikan relevan dengan materi yang dipelajari	38	76.0%	Baik

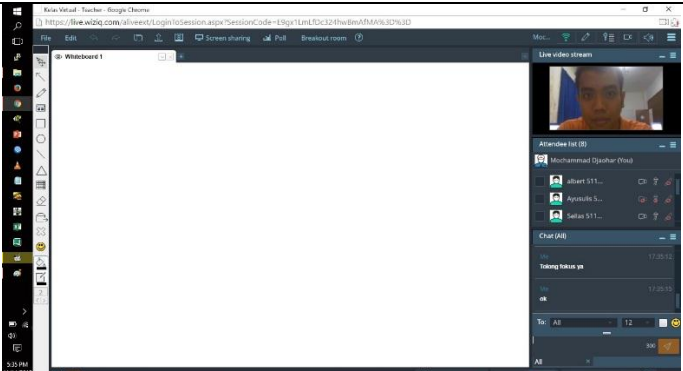
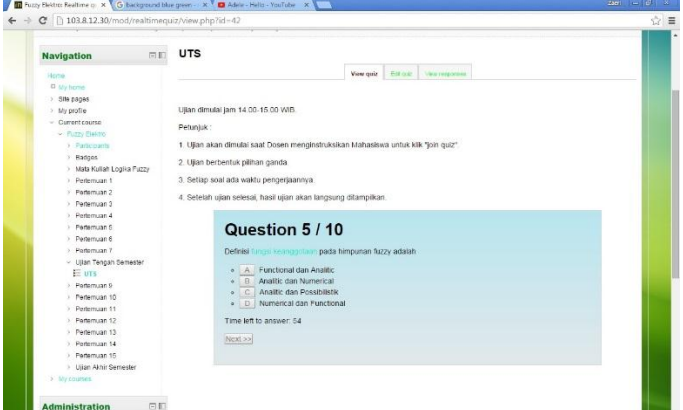
15	Waktu pengerjaan dan pengumpulan tugas diinformasikan dengan jelas	38	76.0%	Baik
16	Latihan soal membantu dalam pemahaman materi	40	80.0%	Sangat Baik
17	Moodle menambah daya tarik pembelajaran	44	88.0%	Sangat Baik
18	Gambar yang ada pada materi menambah daya tarik	40	80.0%	Sangat Baik
19	Link yang disediakan efektif dan dapat digunakan dengan baik	35	70.0%	Baik
20	Petunjuk penggunaan mempermudah penggunaan Moodle	31	62.0%	Baik
21	Alur pembelajaran yang disediakan membantu pengguna dalam melaksanakan pembelajaran dari materi yang dasar	39	78.0%	Baik
22	Ukuran tulisan pada Moodle dan materi (powerpoint) sudah tepat dan terbaca dengan jelas	43	86.0%	Sangat Baik
23	Warna tautan (link) mudah dibedakan dengan tulisan lain	38	76.0%	Baik
24	Kombinasi warna pada Moodle sudah tepat	40	80.0%	Sangat Baik
25	Ukuran gambar yang disajikan sudah tepat	43	86.0%	Sangat Baik

Lampiran 13. Daftar Gambar Final *E-Learning*

Daftar Gambar Final *E-Learning*

Gambar No	Uraian	Gambar
4.56	Tampilan <i>home</i> sebagai tampilan awal <i>website e-learning</i>	
4.57	Tampilan <i>profile</i> pengguna <i>e-learning</i> bagi yang sudah mendaftar dan mendapat <i>id</i> sebagai <i>user</i> .	
4.58	Tampilan <i>home</i> kelas logika setelah <i>login</i>	

4.59	Berisikan format materi pembelajaran dalam format .ppt	
4.60	Berisikan format materi pembelajaran dalam media video	
4.61	Berisikan fasilitas <i>assignments</i> kegiatan yang mendukung pembelajaran.	
4.62	Berisikan fasilitas <i>forum</i> kegiatan yang mendukung pembelajaran	

4.63	Berisikan fasilitas <i>virtual class</i> <i>Wiz IQ</i> kegiatan yang mendukung pembelajaran.	
4.64	Berisikan fasilitas kegiatan <i>Real Time Quiz</i> yang mendukung pembelajaran.	

Lampiran 14. Hasil *Quality Control*

Lembar *Quality Control*

Nama : Hamidillah Aji, S.Si, MT

Profesi: Dosen PTIK

Petunjuk :

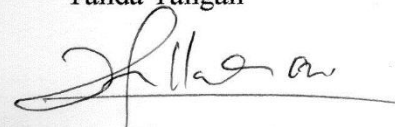
1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

- Pemilihan fitur / modul MS Moodle telah disesuaikan dengan kebutuhan materi dan strategi pembelajaran dosen.
- Pemilihan / pengalihan elemen desain (huruf, warna, layout, gambar background, dll) tetap sesuai dengan konsep:
- pada antar muka navigasi, kontrol warna tema dan latar belakang bisa di-pertah.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



Hamidillah Aji, S.Si, MT
(.....)

Lembar Quality Control

Nama : Meel Izzul

Profesi : Dosen

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya


Tanggapan :

Aplikasi tersebut sudah memenuhi kebutuhan untuk digunakan dalam pembelajaran.

Beberapa kekurangan sudah diperbaiki sehingga kualitas akhir pun meningkat

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan


(.....Meel Izzul.....)

Lembar Quality Control

Nama : Khaïrunnisa

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

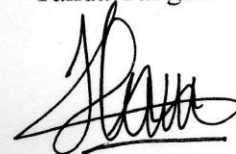
1. Background media *e-learning* kurang menarik
2. Materi mudah dipahami, menarik, sesuai dgn matkul yg diajarkan.
3. Fitur yg ada pada media *e-learning* mudah digunakan oleh pemula. (

Kesimpulan :

media *e-learning* yg dibuat menurut saya sudah layak digunakan hanya perlu ditambahkan beberapa hal agar tampilan lebih menarik

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(Khaïrunnisa)

Lembar *Quality Control*

Nama : M. Iqbal Bilal Wahid

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

Secara Sistem *E-learning* sudah memadai. lebih baik diberikan background dan background ~~itu~~ yang lebih interaktif. Dan agar bisa memperbaiki ~~isi~~ dalam server. Menurut saya secara keseluruhan *E-learning* ini sudah layak untuk dipublish.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(M. Iqbal B. W.)

Lembar Quality Control

Nama : Prihatna Setyaningsih

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

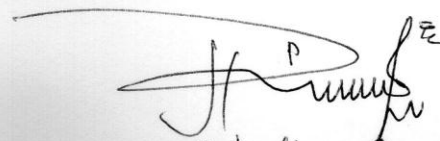
Tanggapan :

E-learning ini sangat membantu pembelajaran dan layak untuk digunakan dalam mata kuliah fuzzy logic. Kemudahan dalam akses e-learning ini merupakan nilai plus yang harus diperhitungkan. E-learning ini juga memenuhi standar untuk dijadikan media pembelajaran.

Materi yang ada di e-learning ini juga ringkas dan mudah untuk dipahami.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(Prihatna S...)
511928596

Lembar Quality Control

Nama : Maudy Mayangsari

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

Materi Mudah dipahami , e-learningnya Menarik
dan Sudah cocok dijadikan Media Pembelajaran.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



Maudy Mayangsari

Lembar Quality Control

Nama : Sella .K

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

e-learning berbasis moodle menurut saya sangat membantu proses pembelajaran terutama apabila dosen pengampu yg bersangkutan tdk dpt hadir sehingga kelas tetap dapat berlangsung. selain itu e-learning ini layak digunakan sebagai media pembelajarannya.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan


(Sella K.)

Lembar *Quality Control*

Nama : Syuaib fathan

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

- * Materi yg ada pada *e-learning* mudah dipahami oleh mahasiswa
- * Kelas virtual yg ada sangat menarik
- * Tampilan dari moodle kurang menarik (kurang berwarna)

Kesimpulan :

e-learning ini layak untuk digunakan dlm mata kuliah fuzzy logic.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(Syuaib f.....)

Lembar *Quality Control*

Nama : Novalina Magdalena

Profesi: Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

Materi yang terdapat pada *e-learning* ini
sangat singkat, ringkas, padat dan jelas.
Menurut saya, *e-learning* ini sudah layak
digunakan untuk mata kuliah *putty*
logik. Selain mudah digunakan, *e-learning*
ini jg sangat inovatif dan sangat
membantu mahasiswa ~~xxx~~ untuk
~~mengalami~~ mendalami materi.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(Novalina M.)
5115127112

Lembar Quality Control

Nama : Albert . d.

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

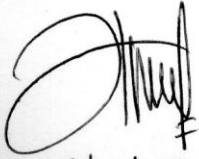
1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

e-learning Tersebut Sudah layak untuk Mata kuliah fuzzy logic.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(..Albert.. DANIEL)

Lembar *Quality Control*

Nama : Rizky Fajrianto

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :

1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

Program tersebut sudah sangat baik untuk diterapkan pada tingkat universitas ini. Semoga dapat terus berkembang.

Jakarta, Desember 2015

Tanda Tangan



(Rizky F.)

Lembar *Quality Control*

Nama : Ayu Sulistia

Profesi : Mahasiswa

Petunjuk :


1. Lembar ini bertujuan untuk mengevaluasi produk final *e-learning*
2. Terima kasih atas waktu dan kerjasamanya

Tanggapan :

Produk tersebut sudah cukup layak untuk dipergunakan dalam proses pembelajaran. Cukup efektif dan mengurangi resiko tingkat contek-mencontek. Agar dapat mengetahui pengetahuan individu pada ~~setiap~~ masing-masing.

Jakarta, 16 Desember 2015

Tanda Tangan


(Ayu Sulistia)

Lampiran 14. Daftar Riwayat Hidup

Daftar Riwayat Hidup



Zaeri Khoiruddin. Lahir di Jakarta 18 April 1994 dari pasangan Bapak Zakaria dan Ibu Yul Ernis. Penulis merupakan anak kedua dari 2 bersaudara, dengan kakak bernama Achmad Fahri. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis yaitu, SDN Jatisampurna 08 (1999-2005), SMPN 230 Jakarta (2005-2008) dan SMAN 113 Jakarta (2008-2011). Pada Tahun 2011 penulis diterima di Universitas Negeri Jakarta melalui jalur masuk SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) Tertulis dengan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer. Selama masa perkuliahan penulis hanya pernah sekali mengikuti kegiatan pelatihan kepemimpinan mahasiswa yaitu Pelatihan Kepemimpinan Mahasiswa Jurusan (PKMJ) Teknik Elektro. Penulis lebih aktif pada kegiatan di luar kampus yaitu pada kegiatan kepemudaan. Sampai saat ini penulis masih menjabat di salah satu organisasi kepemudaan yaitu Pengurus Purna Paskibraka Indonesia Kota Administrasi Jakarta Timur sebagai Wakil Kepala Bidang Pendidikan dan Latihan. Untuk menyelesaikan studi S1 penulis membuat sebuah penelitian skripsi yang berjudul “Pengembangan Aplikasi *E-learning* Berbasis *Moodle* untuk Pembelajaran Mata Kuliah Logika Fuzzy di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro”.